



**TUGAS AKHIR – SS141501**

**PEMODELAN PRODUK DOMESTIK REGIONAL  
BRUTO DI PROVINSI JAWA TIMUR  
MENGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK  
SPLINE**

**DESI PUSPITA  
NRP 1313 100 030**

**Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA  
DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017**



**TUGAS AKHIR – SS141501**

**PEMODELAN PRODUK DOMESTIK REGIONAL  
BRUTO DI PROVINSI JAWA TIMUR  
MENGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK  
SPLINE**

**DESI PUSPITA  
NRP 1313 100 030**

**Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA  
DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017**



**FINAL PROJECT – SS141501**

***MODELLING OF GROSS REGIONAL DOMESTIC  
PRODUCT IN EASTJAVA PROVINCE  
USING NONPARAMETRIC REGRESSION SPLINE***

**DESI PUSPITA  
NRP 1313 100 030**

**Supervisor  
Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME  
DEPARTMENT OF STATISTICS  
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

# PEMODELAN PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO DI PROVINSI JAWA TIMUR MENGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE

### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
pada

Program Studi Sarjana Departemen Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Desi Puspita**

NRP. 1313 100 030

Disetujui oleh Pembimbing:

Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si .....

NIP. 19650603 198903 1 003

Mengetahui,  
Kepala Departemen



Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2017

# **PEMODELAN PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO DI PROVINSI JAWA TIMUR MENGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE**

Nama Mahasiswa : Desi Puspita  
NRP : 1313100030  
Departemen : Statistika  
Pembimbing : Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si

## **Abstrak**

*Keberhasilan pembangunan ekonomi suatu daerah dapat dilihat dari laju pertumbuhan ekonomi. Laju pertumbuhan ekonomi bertujuan mengukur kemajuan ekonomi sebagai hasil pembangunan nasional, sebagai dasar pembuatan perkiraan penerimaan negara untuk perencanaan pembangunan nasional dan regional serta sebagai dasar pembuatan prakiraan bisnis, Jawa Timur merupakan salah satu provinsi di Pulau Jawa yang menduduki peringkat kedua dengan nilai LPE sebesar 6,08 pada tahun 2013. Dalam kurun waktu tiga tahun terakhir, LPE Jawa Timur mengalami penurunan menjadi 5,86 di tahun 2014 dan 5,44 di tahun 2015. Indikator dalam menghitung laju pertumbuhan ekonomi adalah Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) atas dasar harga konstan 2010. Faktor - faktor yang mempengaruhi PDRB memiliki plot yang tidak mengikuti pola tertentu, Akibatnya, untuk memodelkan pola hubungan antara PDRB dengan variabel - variabel yang berpengaruh digunakan metode Regresi Nonparametrik Spline. Terdapat tiga variabel yang berpengaruh terhadap nilai PDRB diantaranya Jumlah Industri Besar dan Sedang, Dana Alokasi Umum, dan Anggaran Pendapatan Belanja Daerah, dengan model terbaik adalah kombinasi knot 2-3-3 dengan nilai  $R^2$  sebesar 99,52 persen.*

**Kata kunci : Produk Domestik Regional Brutto (PDRB), Jawa Timur, regresi nonparametrik spline.**

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# MODELLING OF GROSS REGIONAL DOMESTIC PRODUCT IN EAST JAVA PROVINCE USING NONPARAMETRIC REGRESSION SPLINE

Name of Student : Desi Puspita  
NRP : 1313100030  
Department : Statistics  
Supervisor : Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si

## Abstract

*The success of economic development in one region can be seen from the rate of its economic growth. The rate of economic growth is used to measure the economic progress as a result of national development in one region, as a basis to make a state revenue estimation for the national or regional development planning, and as a basis in making business forecast especially for the sales equality. In 2013, East java is the 2<sup>nd</sup> highest province in the term of its economic growth rate with the value of 6,08. But, the condition started to decrease in the last three years, with 5,86 in 2014 and 5,44 in 2015. One indicator to calculate the economic growth rate is Gross Regional Domestic Product (GRDP) which use 2010 constant prices. Factors affecting GRDP are indicated to have a random plot, therefore spline regression modelling is used to form the relationship between GRDP and influential variables. There are three variables which affecting GRDP, they are Number of Large and Small Industry, General Flow Fund, and Regional Revenue Budget. Using the minimum value of GCV, the obtained combination is 2-3-3 knots with  $R^2$  value is 99.52 percent.*

**Keyword :** *Gross Regional Regional Domestic Product (GRDP), East Java, spline nonparametric regression.*

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, Alhamdulillah saya panjatkan kepada Allah SWT atas ridho dan rahmat-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul. **“PEMODELAN PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO DI PROVINSI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE”** dapat terselesaikan tepat waktu. Proses penyelesaian Tugas Akhir ini tentunya tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si selaku dosen pembimbing dan Bapak R. Moh Atok, Ph.D dan Ibu Dra. Madu Ratna, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan ilmu, waktu, dan kritik dan saran kepada penulis demi perbaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Suhartono selaku Kepala Departemen Statistika ITS dan Bapak Dr. Sutikno, S.Si, M.Si selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Statistika FMIPA ITS.
3. Kedua orang tua dan keluarga yang telah mendoakan, memberikan semangat, serta dukungan selama ini.
4. Teman-teman terbaik penulis : Fajar, Diah, Amalia, Anita, Dyan, Dian F, Ria, Nicea, Ikra yang senantiasa memberikan dukungan selama ini.
5. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan beberapa pihak. Penulis juga mengharapkan saran dan kritik dari pembaca demi perbaikan Tugas Akhir ini.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# DAFTAR ISI

halaman

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Batasan Masalah .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Statistika Deskriptif.....	9
2.2.1 Ukuran Pemusatan Data .....	9
2.2.2 Ukuran Pengukuran Data .....	10
2.2 Analisis Regresi .....	10
2.3 Regresi Nonparametrik Spline .....	11
2.4 Pemilihan Titik Knot Optimal.....	13
2.5 Ukuran Kebaikan Model .....	14
2.6 Pengujian Parameter Model Regresi .....	14
2.6.1 Pengujian Parameter Model Serentak .....	14
2.6.2 Pengujian Parameter Model Parsial .....	15
2.7 Pengujian Asumsi Residual Model Regresi .....	16
2.7.1 Pengujian Asumsi Residual Identik .....	16
2.7.2 Pengujian Asumsi Residual Independen .....	17
2.7.3 Pengujian Asumsi Residual.....	18
2.8 Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) .....	19

2.10 Kerangka Konsep Penelitian.....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Sumber Data.....	23
3.2 Variabel Penelitian.....	23
3.3 Struktur Data.....	25
3.4 Langkah Analisis.....	26
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Karakteristik Data Produk Domestik Regional Bruto di Provinsi Jawa Timur .....	29
4.2 Analisis Pola Hubungan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi Produk Domestik Regional Bruto di Provinsi Jawa Timur .....	32
4.3 Pemilihan Titik Knot Optimum.....	35
4.3.1 Pemilihan Titik Knot dengan Satu Titik Knot.....	36
4.3.2 Pemilihan Titik Knot dengan Dua Titik Knot.....	37
4.3.3 Pemilihan Titik Knot dengan Tiga Titik Knot .....	39
4.3.4 Pemilihan Titik Knot dengan Kombinasi Knot.....	41
4.3.5 Pemilihan Model Terbaik.....	42
4.4 Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline .....	43
4.4.1 Pengujian Serentak.....	43
4.4.2 Pengujian Individu .....	46
4.5 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Variabel Prediktor .....	46
4.5.1 Pemilihan Titik Knot dengan Satu Titik Knot Pada Tiga Variabel .....	46
4.5.2 Pemilihan Titik Knot dengan Dua Titik Knot Pada Tiga Variabel .....	47
4.5.3 Pemilihan Titik Knot dengan Tiga Titik Knot Pada Tiga Variabel .....	49
4.5.4 Pemilihan Titik Knot dengan Kombinasi Knot Pada Tiga Variabel .....	51
4.5.5 Pemilihan Model Terbaik Pada Enam Variabel .....	52
4.6 Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline Pada Tiga Variabel Prediktor.....	53

4.6.1 Pengujian Serentak Serentak Tiga Variabel Prediktor .....	53
4.6.2 Pengujian Individu Tiga Variabel Prediktor .....	54
4.7 Pengujian Asumsi Residual.....	55
4.7.1 Pengujian Asumsi Residual Identik .....	55
4.7.2 Pengujian Asumsi Residual Independen .....	56
4.7.3 Pengujian Asumsi Residual Distribusi Normal....	56
4.8 Koefisien Determinasi .....	57
4.9 Interpretasi Model Regresi Nonparametrik Spline.....	58
4.10 Rekomendasi Untuk Pemerintah Jawa Timur .....	68
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	71
5.2 Saran.....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	73
<b>LAMPIRAN</b> .....	77
<b>BIODATA PENULIS</b> .....	119

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

halaman

Tabel 2.1	ANOVA Uji Parameter Model Serentak .....	15
Tabel 3.1	Variabel Penelitian .....	23
Tabel 3.2	Sruktur Data .....	25
Tabel 4.1	Statistika Deskriptif Faktor - Faktor yang Mempengaruhi PDRB Jawa Timur .....	30
Tabel 4.2	Nilai GCV Satu Titik Knot.....	36
Tabel 4.2	Nilai GCV Satu Titik Knot (Lanjutan).....	37
Tabel 4.3	Nilai GCV Dua Titik Knot .....	38
Tabel 4.3	Nilai GCV Dua Titik Knot (Lanjutan) .....	39
Tabel 4.4	Nilai GCV Tiga Titik Knot.....	39
Tabel 4.4	Nilai GCV Tiga Titik Knot (Lanjutan).....	40
Tabel 4.5	Nilai GCV Kombinasi Titik Knot .....	41
Tabel 4.5	Nilai GCV Kombinasi Titik Knot (Lanjutan) .....	42
Tabel 4.6	Perbandingan Nilai GCV.....	42
Tabel 4.7	ANOVA Uji Serentak .....	44
Tabel 4.8	Estimasi Parameter Regresi Empat Variabel.....	44
Tabel 4.8	Estimasi Parameter Regresi Empat Variabel (Lanjutan) .....	45
Tabel 4.9	Nilai GCV Satu Titik Knot Tiga Variabel.....	46
Tabel 4.9	Nilai GCV Satu Titik Knot Tiga Variabel (Lanjutan)..	47
Tabel 4.10	Nilai GCV Dua Titik Knot Tiga Variabel .....	48
Tabel 4.11	Nilai GCV Tiga Titik Knot Tiga Variabel .....	49
Tabel 4.11	Nilai GCV Tiga Titik Knot Tiga Variabel(Lanjutan)...	50
Tabel 4.12	Nilai GCV Kombinasi Titik Knot Tiga Variabel .....	51
Tabel 4.13	Perbandingan Nilai GCV Pada Tiga Variabel.....	52
Tabel 4.14	ANOVA Uji Serentak Model Tiga Variabel .....	53
Tabel 4.15	Estimasi Parameter Regresi Tiga Variabel.....	54
Tabel 4.16	ANOVA Uji Glejser .....	55
Tabel 4.17	Uji <i>Run test</i> .....	56
Tabel 4.18	Kabupaten/Kota yang Berada pada Interval Pertama IBS.....	59

Tabel 4.18 Kabupaten/Kota yang Berada pada Interval Pertama  
IBS (Lanjutan) .....60

Tabel 4.19 Kabupaten/Kota yang Berada pada Interval Terakhir  
IBS ..... 61

Tabel 4.20 Kabupaten/Kota yang Berada pada Interval Pertama  
DAU..... 63

Tabel 4.21 Kabupaten/Kota yang Berada pada Interval Terakhir  
DAU..... 64

Tabel 4.21 Kabupaten/Kota yang Berada pada Interval Terakhir  
DAU (Lanjutan)..... 65

Tabel 4.22 Kabupaten/Kota yang Berada pada Interval Pertama  
APBD..... 67

Tabel 4.22 Kabupaten/Kota yang Berada pada Interval Pertama  
APBD (Lanjutan)..... 68

Tabel 4.23 Kabupaten/Kota yang Berada pada Interval Ketiga  
APBD..... 69

Tabel 4.24 Skenario Model PDRB..... 70



## DAFTAR GAMBAR

halaman

Gambar 4.1	PDRB Setiap Kabupaten dan Kota di Jawa Timur .....	29
Gambar 4.2	Pola Hubungan (Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja) TPAK dengan PDRB .....	33
Gambar 4.3	Pola Hubungan Jumlah Industri Besar dan Sedang (IBS) dengan PDRB .....	34
Gambar 4.4	Pola Hubungan Dana Alokasi Umum (DAU) dengan PDRB. ....	34
Gambar 4.5	Pola Hubungan Anggaran Pendapatan Belanja Daerah (APBD) dengan PDRB .....	35
Gambar 4.6	<i>Normal Probability Plot</i> Residual .....	57
Gambar 4.7	Peta Jatim Berdasarkan Potongan Persamaan $X_2$ .....	59
Gambar 4.8	Peta Jatim Berdasarkan Potongan Persamaan $X_3$ .....	62
Gambar 4.9	Peta Jatim Berdasarkan Potongan Persamaan $X_4$ .....	65

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran 1 Data PDRB dan Faktor - Faktor yang Mempengaruhi di Provinsi Jawa Timur Tahun 2015 .....	77
Lampiran 2 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot Menggunakan <i>Software R</i> .....	79
Lampiran 3 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot Menggunakan <i>Software R</i> .....	81
Lampiran 4 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Knot Menggunakan <i>Software R</i> .....	84
Lampiran 5 Program Pemilihan Titik Knot Optimal Empat Variabel dengan Kombinasi Titik Knot Menggunakan <i>Software R</i> .....	87
Lampiran 6 Program Pemilihan Titik Knot Optimal Tiga Variabel dengan Kombinasi Titik Knot Menggunakan <i>Software R</i> .....	93
Lampiran 7 Program Estimasi Parameter Empat Variabel dengan Empat Titik Knot.....	98
Lampiran 8 Program Estimasi Parameter Tiga Variabel dengan Empat Titik Knot.....	111
Lampiran 9 Program Uji Glejser Tiga Variabel untuk Kombinasi Titik Knot.....	104
Lampiran 10 Output Nilai GCV dengan Satu Titik Knot Pada Empat Variabel Prediktor .....	106
Lampiran 11 Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot Pada Empat Variabel Prediktor .....	107
Lampiran 12 Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot Pada Empat Variabel Prediktor .....	108
Lampiran 13 Output Nilai GCV dengan Satu Titik Knot	

	Pada Tiga Variabel Prediktor .....	109
Lampiran 14	Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot Pada Tiga Variabel Prediktor.....	110
Lampiran 15	Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot Pada Tiga Variabel Prediktor.....	111
Lampiran 16	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model Pada Empat Variabel Prediktor.....	112
Lampiran 17	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model Pada Tiga Variabel Prediktor.....	114
Lampiran 18	Output Uji Glejser .....	116
Lampiran 19	Surat Pernyataan Data .....	117

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Keberhasilan pembangunan suatu daerah dapat dilihat dari tingkat pertumbuhan ekonominya. Pertumbuhan ekonomi yang tinggi dan berkelanjutan merupakan kondisi utama bagi kelangsungan pembangunan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi merupakan aspek yang sangat penting bagi kemajuan suatu wilayah dimana kondisi perekonomian wilayah setiap tahun diharapkan terus membaik dan tidak mengalami perlambatan. Definisi laju pertumbuhan ekonomi merupakan pertumbuhan produksi barang dan jasa di suatu wilayah perekonomian dalam selang waktu tertentu. Tujuan laju pertumbuhan ekonomi diantaranya untuk mengukur kemajuan ekonomi sebagai hasil pembangunan nasional. Selain itu, pertumbuhan ekonomi juga digunakan sebagai dasar pembuatan perkiraan penerimaan wilayah untuk perencanaan pembangunan nasional atau sektoral dan regional, serta sebagai dasar pembuatan perkiraan bisnis, khususnya persamaan penjualan (BPS, 2015).

Laju pertumbuhan ekonomi dihitung berdasarkan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Perekonomian di suatu wilayah dikatakan tumbuh dan berkembang jika barang dan jasa yang diproduksi pada periode tertentu lebih besar dibandingkan dengan periode sebelumnya, yang kemudian diturunkan menjadi nilai tambah. Penyusunan PDRB berdasarkan tiga macam pendekatan seperti metode produksi, metode pendapatan, dan metode pengeluaran. PDRB berdasarkan pendekatan produksi adalah jumlah nilai tambah barang dan jasa yang dihasilkan oleh unit-unit produksi di suatu wilayah dalam jangka waktu tertentu dan dikelompokkan menjadi 17 lapangan usaha. Berdasarkan pendekatan pendapatan, PDRB yaitu balas jasa yang diterima oleh faktor-faktor produksi yang ikut serta dalam proses produksi dalam jangka waktu tertentu. Berdasarkan pendekatan pengeluaran, PDRB adalah semua komponen permintaan akhir

seperti konsumsi rumah tangga dan lembaga nirlaba, pengeluaran pemerintah, pembentukan model tetap domestik bruto, perubahan inventori dan ekspor netto (BPS,2016). PDRB dibedakan menjadi dua yaitu PDRB menurut harga konstan dan menurut harga berlaku. PDRB menurut harga konstan didasarkan pada tahun 2010. Tahun 2010 dipilih sebagai tahun dasar PDRB atas harga konstan dikarenakan perekonomian Indonesia pada tahun 2010 relatif stabil, selain itu terjadi perubahan struktur ekonomi selama beberapa tahun terakhir terutama dalam bidang teknologi dan informasi yang berpengaruh terhadap munculnya produk-produk baru. PDRB menurut harga berlaku menggambarkan nilai tambah barang dan jasa yang dihitung menggunakan harga-harga tahun berjalan. PDRB atas dasar harga berlaku digunakan untuk melihat struktur perekonomian, sedangkan PDRB Atas Dasar Harga Konstan (ADHK) bertujuan untuk mengukur pertumbuhan ekonomi (Departemen Statistik Ekonomi dan Moneter Bank Indonesia, 2014).

Laju pertumbuhan ekonomi di Provinsi Jawa Timur berada pada peringkat kedua setelah Provinsi DKI Jakarta. Hal tersebut didukung oleh ketersediaan infrastruktur dan sumber daya lokal, pembangunan ekonomi daerah mengalami kemajuan dari sisi nilai ekonomi. Laju pertumbuhan ekonomi di Provinsi Jawa Timur mengalami perlambatan selama tiga tahun terakhir. Meskipun demikian, perekonomian di Provinsi Jawa Timur tahun 2015 sebesar 5,44 persen masih terbilang baik karena melebihi pertumbuhan ekonomi nasional yang hanya sebesar 4,79 persen (BPS, 2016). Pertumbuhan ekonomi di wilayah Jawa Timur memiliki pola yang hampir sama dengan pertumbuhan ekonomi nasional, sebagaimana siklus bisnis yang ada di tingkat nasional juga memberikan efek terhadap pertumbuhan ekonomi Jawa Timur. Indikator yang digunakan untuk menghitung laju pertumbuhan ekonomi adalah PDRB ADHK. Berdasarkan data PDRB ADHK 2010 di Provinsi Jawa Timur, lemahnya pertumbuhan ekonomi antar kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur ditandai dengan adanya kesenjangan PDRB yang cukup

tinggi. Kota Surabaya dan Kabupaten Sidoarjo memiliki PDRB yang sangat besar dibandingkan dengan PDRB di Kota Blitar. Nilai PDRB Kota Surabaya sebesar 324,227 miliar rupiah dan Kabupaten Sidoarjo sebesar 112,012 miliar rupiah, sedangkan PDRB Kota Blitar hanya sebesar 3,857 miliar rupiah.

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini menggunakan variabel penelitian berdasarkan tiga pendekatan yaitu pendekatan pengeluaran, produksi dan pendapatan. Variabel yang digunakan berdasarkan pendekatan pengeluaran diantaranya Anggaran Pendapatan Belanja Daerah (APBD) yang memuat daftar pernyataan rinci tentang jenis dan jumlah penerimaan serta pengeluaran negara yang diharapkan dalam jangka waktu satu tahun tertentu. Selain APBD, Dana Alokasi Umum (DAU) juga merupakan pendekatan pengeluaran. Dana Alokasi Umum (DAU) dialokasikan untuk memperbaiki potensi daerah, khususnya tingkat pendapatan masyarakat di daerah (Prayogo, 2014). Perhitungan PDRB dengan pendekatan produksi, variabel yang digunakan adalah industri besar dan sedang. Jumlah industri besar dan sedang merupakan banyaknya industri baik dalam skala besar maupun sedang di suatu wilayah yang diindikasikan merupakan indikator faktor-faktor yang mempengaruhi PDRB, sedangkan di sisi lain pembentukan PDRB tidak hanya dari faktor ekonomi dan perindustrian. Tingkat angkatan kerja juga diindikasikan mempengaruhi nilai PDRB. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) merupakan persentase jumlah angkatan kerja terhadap penduduk usia kerja untuk mengindikasikan besarnya persentase penduduk usia kerja yang aktif secara ekonomi di suatu wilayah.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis faktor - faktor yang mempengaruhi PDRB Jawa Timur adalah analisis regresi. Analisis regresi merupakan metode statistik yang digunakan untuk mengetahui pengaruh antara variabel prediktor dengan variabel respon. Analisis regresi terdiri dari tiga pendekatan yaitu parametrik, nonparametrik dan semiparametrik. Regresi Nonparametrik merupakan suatu metode

statistika yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dan prediktor yang tidak diketahui bentuk fungsinya atau kurva regresi tidak membentuk suatu pola. Beberapa faktor yang diduga berpengaruh terhadap PDRB Provinsi Jawa Timur diindikasikan bahwa tidak ada jaminan apabila salah satu faktor yang berpengaruh terhadap PDRB di Jawa Timur meningkat, maka PDRB juga meningkat. Oleh karena itu menggunakan metode Regresi Nonparametrik Spline. Penggunaan Regresi Nonparametrik Spline mempunyai kelebihan yaitu Spline merupakan potongan polinomial yang memiliki sifat tersegmen. Sifat tersegmen ini memberikan fleksibilitas dibandingkan dengan polinomial biasa, sehingga memungkinkan untuk menyesuaikan diri secara lebih efektif terhadap karakteristik lokal dari suatu fungsi atau data (Eubank, 1999). Kelebihan lain dari Spline yaitu model ini cenderung mencari sendiri estimasi data kemanapun pola data yang bergerak. Berdasarkan data yang digunakan dalam penelitian ini, *plot* data antara variabel respon dengan masing-masing variabel prediktor tidak membentuk pola tertentu. Hal ini mendukung adanya penelitian PDRB sebagai indikator pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur menggunakan pendekatan Regresi Nonparametrik Spline.

Penelitian sebelumnya mengenai PDRB pernah dilakukan oleh Najiah (2013) tentang analisis pengaruh pendapatan asli daerah, dana perimbangan dan tingkat partisipasi angkatan kerja terhadap PDRB. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa variabel pendapatan asli daerah, dana perimbangan dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) berpengaruh signifikan terhadap PDRB Kota Depok. Larengkum (2014) juga melakukan penelitian tentang pengaruh APBD terhadap PDRB Kabupaten Talaud yang menghasilkan APBD memiliki pengaruh positif terhadap perkembangan PDRB di Kabupaten Talaud. Fauzan (2015) dengan judul penelitian Analisis Pengaruh Investasi, Tenaga Kerja, dan Tingkat Pendidikan Terhadap Pertumbuhan Ekonomi yang menghasilkan kesimpulan bahwa variabel investasi, tenaga kerja, dan tingkat pendidikan



berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi di Provinsi Jawa Tengah. Penelitian oleh Nurindah (2016) tentang Pemodelan Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Jawa Tengah Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline mendapatkan kesimpulan bahwa faktor – faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan ekonomi adalah dana Alokasi umum, jumlah industri besar dan sedang dan Anggaran Pendapatan Belanja Daerah (APBD).

Berdasarkan uraian latar belakang sebelumnya perlu dilakukan analisis untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap PDRB di Provinsi Jawa Timur menggunakan metode Regresi Nonparametrik Spline karena *plot* data antara variabel respon dengan masing-masing prediktor tidak membentuk pola. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memodelkan PDRB di Provinsi Jawa Timur, memberikan informasi sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan bagi pemerintah untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi Provinsi Jawa Timur dan membuat skenario penelitian di beberapa tingkatan yaitu model pesimis, *middle* dan optimis. Model penelitian optimis disarankan untuk nilai variabel prediktor yang maksimal, sedangkan model penelitian rata-rata digunakan apabila variabel prediktor yang berada dirata-rata PDRB dan model penelitian pesimis untuk nilai variabel prediktor yang minimal. Ketiga skenario model digunakan sebagai bahan menentukan kebijakan terkait PDRB guna meningkatkan laju pertumbuhan ekonomi di Provinsi Jawa Timur untuk tahun selanjutnya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Lemahnya PDRB antar kabupaten/kota di Jawa Timur disebabkan oleh adanya kesenjangan yang cukup tinggi antara PDRB kota besar dengan daerah kabupaten/kota lainnya. Berdasarkan uraian tersebut maka permasalahan yang muncul sebagai acuan untuk analisis adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik PDRB di Provinsi Jawa Timur dan faktor-faktor yang diduga berpengaruh?

2. Bagaimana pemodelan PDRB di Provinsi Jawa Timur dengan menggunakan Regresi NonparametrikSpline?
3. Bagaimana prediksi model pesimis, *middle* dan optimis pada pemodelan PDRB di Provinsi Jawa Timur?

### 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan PDRB di Provinsi Jawa Timur dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya.
2. Mendapatkan model terbaik dari PDRB di Provinsi Jawa Timur dengan menggunakan Regresi NonparametrikSpline.
3. Mendapatkan variabel-variabel yang berpengaruh terhadap PDRB dan memprediksi nilai PDRB berdasarkan model pesimis, *middle* dan optimis.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini dapat berguna untuk masyarakat, peneliti selanjutnya dan pemerintah.

1. Bagi masyarakat, hasil penelitian ini sangat berguna sebagai informasi sehingga dapat meningkatkan potensi wilayah dan sumber daya manusia pada setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur karena dari hasil penelitian ini akan diketahui faktor yang signifikan mempengaruhi PDRB dapat ditingkatkan guna mencapai kesejahteraan rakyat.
2. Bagi peneliti selanjutnya, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi serta pengetahuan baru mengenai penerapan metode regresi nonparametrik Spline untuk mengetahui pemodelan faktor yang mempengaruhi PDRB di Jawa Timur dan hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan dan acuan bagi penelitian selanjutnya.
3. Bagi pemerintah, hasil penelitian ini dapat menjadi informasi dan bahan pertimbangan untuk meningkatkan PDRB di Jawa Timur khususnya pada wilayah yang memiliki PDRB rendah.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Data yang digunakan adalah data sekunder PDRB dan faktor-faktor yang mempengaruhi berdasarkan kabupaten/kota tahun 2015 di provinsi Jawa Timur.
2. Model Spline yang digunakan adalah Spline Truncated Linear.
3. Titik knot yang digunakan adalah satu, dua, tiga knot dan kombinasi knot.
4. Pemilihan titik knot optimal menggunakan nilai *Generalized Cross Validation* (GCV) minimal.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini menjelaskan beberapa tinjauan pustaka yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan mengenai PDRB yang meliputi statistika deskriptif, analisis regresi, Regresi Nonparametrik Spline, pemilihan titik knot optimal, ukuran Kebaikan model, pengujian parameter, pengujian asumsi residual dan kajian nonstatistik yaitu PDRB.

### 2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna (Walpole, 2012). Statistika deskriptif hanya memberikan informasi mengenai data yang dipunyai dan sama sekali tidak menarik kesimpulan apapun tentang gugus data induknya yang lebih besar. Statistika deskriptif dibedakan menjadi dua yaitu ukuran pemusatan data dan ukuran penyebaran data. Ukuran pemusatan data yang sering digunakan adalah *mean*, sedangkan ukuran penyebaran data yang sering digunakan adalah varians.

#### 2.1.1 Ukuran Pemusatan Data

Ukuran pemusatan data adalah sembarang ukuran yang menunjukkan pusat segugus data. Salah satu jenis ukuran pemusatan data adalah *mean* (rata-rata). *Mean* atau rata-rata sering juga disebut dengan nilai tengah atau titik keseimbangan massa dari segugus data. Rata-rata dari data  $x_1, x_2, \dots, x_n$  adalah sebagai berikut.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.1)$$

dimana

: rata-rata

: data ke- $i$ ,  $i=1,2,\dots,n$  dan

: banyak data

### 2.1.2 Ukuran Penyebaran Data

Ukuran penyebaran adalah suatu ukuran yang menunjukkan seberapa besar penyimpangan data dengan nilai rata-rata hitungannya. Ukuran penyebaran data yang sering digunakan dalam penelitian adalah varians. Varians didefinisikan sebagai rata-rata dari skor penyimpangan kuadrat. Adapun rumus varians adalah sebagai berikut.

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2.2)$$

dengan : rata-rata, : data ke-i;  $i=1,2,\dots,n$ , dan : banyak data.

### 2.2 Analisis Regresi

Analisis Regresi merupakan salah satu metode statistika yang bertujuan untuk menentukan hubungan sebab-akibat antara satu variabel dengan variabel lain. (Drapper & Smith, 1992). Dalam analisis regresi terdapat dua jenis variabel yang saling berkorelasi yaitu variabel dependen (variabel respon) yang biasa disimbolkan dengan dan variabel independen (variabel prediktor) yang biasa disimbolkan dengan  $t$ . Model regresi *Linear* berganda diberikan oleh:

$$y_i = \gamma_0 + \gamma_1 t_{1i} + \gamma_2 t_{2i} + \dots + \gamma_p t_{pi} + \varepsilon_i, \quad i=1,2,\dots,n \quad (2.3)$$

dengan  $p$  sebagai banyaknya prediktor,  $n$  sebagai banyaknya unit penelitian, dan  $\gamma$  sebagai parameter.

Apabila dalam analisis regresi bentuk kurva regresi diketahui maka didekati dengan model regresi parametrik. Hubungan yang terjadi antar variabel tidak selalu memiliki pola parametrik seperti linear, kuadratik dan lainnya tetapi banyak pula terdapat pola nonparametrik karena bentuk kurva regresi tidak diketahui. (Budiantara, 2005).

### 2.3 Regresi Nonparametrik Spline

Regresi Nonparametrik merupakan suatu metode statistika yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dan prediktor yang tidak diketahui bentuk fungsinya atau kurva regresi tidak membentuk suatu pola, hanya diasumsikan fungsi *smooth* dalam arti termuat dalam suatu ruang fungsi tertentu, sehingga Regresi Nonparametrik memiliki fleksibilitas yang tinggi (Eubank, 1988). Model Regresi Nonparametrik secara umum dapat disajikan sebagai berikut.

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.4)$$

dimana  $y_i$  merupakan variabel respon,  $x_i$  merupakan variabel prediktor,  $f(x_i)$  merupakan fungsi regresi yang tidak mengikuti pola tertentu, dan  $\varepsilon_i \sim \text{IIDN}(0, \sigma^2)$ .

Spline merupakan potongan polinomial yang memiliki sifat tersegmen. Sifat tersegmen ini memberikan fleksibilitas lebih dari polinomial biasa, sehingga memungkinkan untuk menyesuaikan diri secara lebih efektif terhadap karakteristik lokal dari suatu fungsi atau data. Apabila terdapat data  $(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi})$  dan  $y_i$  dimana  $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi}$  dan  $y_i$  mengikuti model Regresi Nonparametrik menjadi persamaan berikut.

$$y_i = f(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi}) + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.5)$$

dengan  $f$  kurva regresi yang tidak diketahui bentuknya. Apabila kurva regresi  $f$  merupakan model aditif dan dihipotesiskan dengan fungsi Spline maka model regresi yang diperoleh adalah sebagai berikut.

$$y_i = \sum_{j=1}^p f(x_{ji}) + \varepsilon_i ; i = 1, 2, \dots, n \quad (2.6)$$

dimana

$$f(x_{ji}) = \sum_{h=0}^q \beta_{hj} x_{ji}^h + \sum_{l=1}^m \beta_{(q+l)j} (x_{ji} - K_{lj})_+^q + \varepsilon_i, \quad i=1,2,\dots,n \quad (2.7)$$

dengan

$$(x_{ji} - K_{lj})_+^q = \begin{cases} (x_{ji} - K_{lj})^q & , x_{ji} \geq K_{lj} \\ 0 & , x_{ji} < K_{lj} \end{cases}$$

dan  $K_{1j}, K_{2j}, \dots, K_{mj}$  adalah titik-titik knot yang memperlihatkan pola perubahan perilaku dari fungsi pada sub-sub interval yang berbeda. Nilai pada persamaan 2.7 merupakan derajat Spline. Kurva polinomial derajat satu disebut kurva *Linear*, kurva polinomial derajat dua disebut kurva kuadratik serta kurva polinomial derajat tiga disebut kurva kubik. Persamaan 2.6 dapat diuraikan seperti pada persamaan 2.8.

$$\begin{aligned} y_i = & \beta_{00} + \beta_{11}x_{1i} + \beta_{12}(x_{1i} - K_{11})_+ + \dots + \beta_{1,m+1}(x_{1i} - K_{m1})_+ + \\ & \beta_{21}x_{2i} + \beta_{22}(x_{2i} - K_{12})_+ + \dots + \beta_{2,m+1}(x_{2i} - K_{m2})_+ + \dots + \\ & \beta_{p1}x_{pi} + \beta_{p2}(x_{pi} - K_{1p})_+ + \dots + \beta_{p,m+1}(x_{pi} - K_{mp})_+ + \varepsilon_i \end{aligned} \quad (2.8)$$

Estimasi untuk  $\beta$  adalah sebagai berikut.

$$\hat{\beta} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{y} \quad (2.9)$$

dengan matriks  $\mathbf{X}$  adalah sebagai berikut.

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & (x_{11} - K_{11})_+ & \dots & (x_{11} - K_{j1})_+ & \dots & x_{p1} & (x_{p1} - K_{1p})_+ & \dots & (x_{p1} - K_{mp})_+ \\ 1 & x_{12} & (x_{12} - K_{11})_+ & \dots & (x_{12} - K_{j1})_+ & \dots & x_{p1} & (x_{p2} - K_{1p})_+ & \dots & (x_{p2} - K_{mp})_+ \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & (x_{1n} - K_{11})_+ & \dots & (x_{1n} - K_{j1})_+ & \dots & x_{pn} & (x_{pn} - K_{1p})_+ & \dots & (x_{pn} - K_{mp})_+ \end{pmatrix}$$



$$\hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}} = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_{00} \\ \hat{\beta}_{1l} \\ \vdots \\ \hat{\beta}_{1,m+l} \\ \hat{\beta}_{2,l} \\ \vdots \\ \hat{\beta}_{2,m+l} \\ \vdots \\ \hat{\beta}_{p,l} \\ \vdots \\ \hat{\beta}_{p,m+l} \end{bmatrix}, \text{ dan } \tilde{\mathbf{y}} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

## 2.4 Pemilihan Titik Knot Optimal

Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan perilaku pola kurva fungsi Spline pada interval yang berlainan (Hardle, 1990). Salah satu metode yang baik untuk memilih titik knot optimal yaitu *Generalized Cross Validation* (GCV). Metode GCV mempunyai sifat optimal asimtotik jika dibandingkan dengan metode lain, misalnya *Cross Validation* (CV) (Wahba, 1990). Selain itu, perhitungannya lebih sederhana dan cukup efisien, invarian terhadap transformasi serta dalam perhitungan GCV tidak memerlukan varians. Model Spline terbaik dengan titik knot optimal adalah ketika GCV minimum (Budiantara, 2006). Adapun fungsi GCV diberikan dalam persamaan 2.5 sebagai berikut.

$$GCV(K_{1j}, K_{2j}, \dots, K_{mj}) = \frac{MSE(K_{1j}, K_{2j}, \dots, K_{mj})}{[n^{-1} \text{trace} (\mathbf{I} - \mathbf{A}(K_{1j}, K_{2j}, \dots, K_{mj}))]} \quad (2.11)$$

dengan

- $1, 2, \dots, m$  : titik knot yang pertama hingga titik knot ke- $m$
- $\mathbf{I}$  : matriks identitas
- $n$  : banyak pengamatan

$$\mathbf{A}(K_{1j}, K_{2j}, \dots, K_{mj}) = \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'$$

$$MSE(K_{1j}, K_{2j}, \dots, K_{mj}) = n^{-1} (\mathbf{y} - \hat{\mathbf{y}})' (\mathbf{y} - \hat{\mathbf{y}}), \text{ dengan}$$

$$\hat{\mathbf{y}} = \mathbf{A}(K_{1j}, K_{2j}, \dots, K_{mj}) \mathbf{y} = \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \mathbf{y}$$

## 2.5 Ukuran Keباikan Model

Ukuran kebaikan model yang sering digunakan dalam analisis regresi adalah koefisien determinasi. Koefisien determinasi merupakan proporsi keragaman atau variansi total nilai variabel  $y$  yang dapat dijelaskan oleh variabel  $x$  (Drapper & Smith, 1992). Nilai kebaikan model diberikan oleh nilai  $R^2$  yang ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut.

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\hat{\beta}' \mathbf{X}' \mathbf{y} - n \bar{y}^2}{\mathbf{y}' \mathbf{y} - n \bar{y}^2} \times 100\% \quad (2.12)$$

Nilai  $R^2$  menunjukkan seberapa besar model dapat menjelaskan variabel respon.

## 2.6 Pengujian Parameter Model Regresi

Dalam pengujian parameter regresi, ada dua pengujian yang harus dilakukan untuk mengetahui signifikansi dari variabel bebas, yaitu pengujian secara serentak serta pengujian secara individu.

### 2.6.1 Pengujian Parameter Model Serentak

Pengujian signifikansi parameter secara serentak adalah pengujian parameter secara bersama-sama seperti model regresi pada persamaan (2.8). Hipotesis yang digunakan dalam uji serentak berdasarkan model Regresi Nonparametrik Spline adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_{1l} = \beta_{2l} = \dots = \beta_{p,m+1} = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_{jl} \neq 0 ; j = 1, 2, \dots, p ; l = 1, 2, \dots, m+1$$

Statistik uji dalam uji serentak menggunakan uji  $F$  adalah sebagai berikut.

$$F_{hitung} = \frac{MS_{regresi}}{MS_{error}} \quad (2.13)$$

Nilai  $MS_{regresi}$  dan  $MS_{error}$  didapat dari *Analysis of Variance* (ANOVA) pada tabel 2.1 berikut.

**Tabel 2.1** ANOVA Uji Parameter Model Serentak

<i>Source</i>	<i>Degree of Freedom (df)</i>	<i>Sum Square (SS)</i>	<i>Mean Square (MS=SS/df)</i>	<i>F<sub>hitung</sub></i>
<i>Regression</i>	$p(m+1)$	$\hat{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{y} - n\bar{y}^2$	$\frac{SS_{regresi}}{df_{error}}$	$\frac{MS_{regresi}}{MS_{error}}$
<i>error</i>	$n - (p(m+1)) - 1$	$\mathbf{y}'\mathbf{y} - \hat{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{y}$	$\frac{SS_{error}}{df_{error}}$	
Total	1	$\mathbf{y}'\mathbf{y} - n\bar{y}^2$		

Daerah kritis  $H_0$  adalah jika nilai  $F_{hitung}$  lebih dari  $F_{\alpha; (p(m+1)), n-(p(m+1))-1}$  atau  $P\text{-value} < \alpha(0,05)$ . Apabila keputusan tolak  $H_0$  maka dapat disimpulkan minimal terdapat satu parameter pada model Regresi Nonparametrik Spline yang signifikan.

### 2.6.2 Pengujian Parameter Model Parsial

Pengujian signifikansi parameter secara parsial adalah pengujian parameter secara individu. Uji parsial disebut juga dengan uji  $t$  yaitu pengujian ini dapat dilakukan dengan membandingkan  $|t_{hitung}|$  dengan  $t_{tabel}$ . Berikut ini adalah hipotesis yang digunakan untuk menguji signifikansi model secara parsial.

$$H_0 : \beta_{jl} = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_{jl} \neq 0, j = 1, 2, \dots, p; l = 1, 2, \dots, m + 1$$

Statistik uji yang digunakan adalah uji  $t$  sebagai berikut.

$$t = \frac{\hat{\beta}_{jl}}{SE(\hat{\beta}_{jl})} \quad (2.14)$$

Daerah penolakan yang digunakan adalah tolak  $H_0$  jika  $|t_{hitung}| >$

$t_{\alpha/2, (n-p(m+1)-1)}$  atau  $P\text{-value} < \alpha$  (0,05). Kesimpulan yang diperoleh jika tolak  $H_0$  adalah parameter berpengaruh signifikan terhadap model (Draper & Smith, 1992).

## 2.7 Pengujian Asumsi Residual

Apabila model terbaik dari Regresi Nonparametrik Spline telah didapatkan, maka perlu dilakukan pengujian asumsi residual untuk mengetahui apakah residual yang dihasilkan telah memenuhi asumsi yaitu identik, independen dan berdistribusi normal.

### 2.7.1 Pengujian Asumsi Identik

Asumsi residual identik terpenuhi apabila tidak terjadi heteroskedastisitas atau sifat residual yang memiliki varian sama. Suatu data dikatakan identik apabila *plot* residualnya menyebar secara acak dan tidak membentuk pola yang konstan maupun *Linear*, melainkan membentuk pola grafik naik turun. Cara mendeteksi menggunakan uji glejser yaitu dengan meregresikan nilai mutlak residual dengan variabel prediktor (Gujarati, 2004).

$$|\hat{\varepsilon}_i| = f(x_i) + v_i \quad (2.15)$$

dimana  $v_i$  merupakan galat pada  $|\hat{\varepsilon}_i|$ , hipotesis yang digunakan dalam pengujian residual identik menggunakan uji glejser adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2 \quad (\text{Residual identik})$$

$H_1$ : Minimal ada satu  $\sigma_j^2 \neq \sigma^2, j = 1, 2, \dots, n$  (Residual tidak identik)

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$F_{hitung} = \frac{\left[ \sum_{i=1}^n \left( (|\hat{\varepsilon}_i| - |\bar{\varepsilon}|)^2 \right) / (p(m+1)) \right]}{\left[ \sum_{i=1}^n \left( (|\varepsilon_i| - |\hat{\varepsilon}_i|)^2 \right) / (n - p(m+1) - 1) \right]} \quad (2.16)$$

dimana nilai merupakan parameter model *Glejser* dari derajat polinomial dan adalah jumlah observasi. Daerah penolakan tolak  $H_0$  apabila  $F_{hitung} > F_{\alpha; (p(m+1)), n-(p(m+1)-1)}$ , atau tolak  $H_0$  apabila  $P\text{-Value} < \alpha(0,05)$  yang berarti bahwa asumsi residual identik tidak terpenuhi.

### 2.7.2 Pengujian Asumsi Residual Independen

Pemeriksaan asumsi residual independen dilakukan untuk mengetahui apakah korelasi antar residual sama dengan nol atau tidak (Agresti, 1990).

Metode yang digunakan untuk menguji asumsi residual independen adalah *Run test* (Daniel, 1989). *Run test* merupakan bagian statistik nonparametrik yang dapat digunakan untuk menguji apakah residual terdapat korelasi yang tinggi atau tidak. Jika antar residual tidak terdapat hubungan korelasi maka dikatakan bahwa residual adalah acak atau random. Berikut merupakan hipotesis yang digunakan.

$H_0$  : Residual independen

$H_1$  : Residual dependen

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} r &: \text{banyaknya run} \\ n_1 &: \text{banyaknya anggota kelompok kategori 1} \\ n_2 &: \text{banyaknya anggota kelompok kategori 2} \end{aligned} \quad (2.17)$$

Daerah penolakan  $H_0$  apabila  $p\text{-value}$  kurang dari  $\alpha (0,05)$  yang berarti bahwa asumsi residual independen tidak terpenuhi.

### 2.7.3 Pengujian Asumsi Residual Distribusi Normal

Asumsi yang harus dipenuhi selanjutnya adalah residual berdistribusi Normal. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah suatu data telah mengikuti distribusi Normal atau tidak. Secara visual pengujian asumsi distribusi Normal bisa dilakukan dengan Normal *probability plot residual*. Cara lain yang dapat dilakukan adalah pengujian *Kolmogorov-Smirnov* dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : F(\varepsilon) = F_0(\varepsilon) \text{ (Residual berdistribusi Normal)}$$

$$H_1 : F(\varepsilon) \neq F_0(\varepsilon) \text{ (Residual tidak berdistribusi Normal)}$$

Statistik uji yang digunakan dalam uji *Kolmogorov-Smirnov* adalah sebagai berikut.

$$D = \max |F_0(\varepsilon) - S_N(\varepsilon)| \quad (2.18)$$

dimana  $F_0(\varepsilon)$  merupakan fungsi distribusi frekuensi kumulatif. Sementara  $S_N(\varepsilon)$  adalah fungsi peluang kumulatif yang di-observasi dari suatu sampel random.

Daerah penolakan pada uji *Kolmogorov - Smirnov* yaitu tolak  $H_0$  apabila  $D > D_{(1-\alpha)}$  dimana nilai  $D_{(1-\alpha)}$  didapatkan dari tabel *Kolmogorov - Smirnov* atau keputusan tolak  $H_0$  apabila  $D < D_{(1-\alpha)}$ . Keputusan yang didapatkan jika tolak  $H_0$  adalah residual tidak berdistribusi Normal. Transformasi *box-cox* digunakan untuk mengatasi apabila asumsi residual berdistribusi Normal tidak terpenuhi.

## 2.8 Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk mengukur kegiatan ekonomi di suatu wilayah. Perekonomian di suatu wilayah dikatakan tumbuh dan berkembang jika barang dan jasa yang diproduksi pada periode saat ini lebih besar dibandingkan dengan periode sebelumnya yang kemudian diturunkan menjadi nilai tambah. (BPS, 2015). Menurut BPS 2014, PDRB merupakan nilai tambah bruto seluruh barang dan jasa yang tercipta atau dihasilkan dari

seluruh kegiatan perekonomian di seluruh daerah dalam tahun periode tertentu.

Secara agregat PDRB dibedakan menjadi dua versi penilaian yaitu PDRB atas dasar harga berlaku dan PDRB atas dasar harga konstan. Badan Pusat Statistik (2016) mengatakan PDRB atas dasar harga berlaku menggambarkan nilai tambah barang dan jasa yang dihitung menggunakan harga yang berlaku pada tahun tertentu, sedangkan PDRB atas dasar harga konstan menunjukkan nilai tambah barang dan jasa tersebut yang dihitung menggunakan harga yang berlaku pada satu tahun tertentu sebagai dasar. PDRB atas dasar harga berlaku juga dikenal dengan PDRB nominal yang bertujuan untuk melihat struktur perekonomian. PDRB atas dasar harga konstan digunakan untuk mengukur pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan dari tahun ke tahun.

Dalam perhitungan PDRB berdasarkan tiga pendekatan yaitu pendekatan produksi, pendapatan dan pengeluaran. PDRB berdasarkan pendekatan produksi adalah jumlah nilai tambah barang dan jasa yang dihasilkan oleh unit-unit produksi di suatu wilayah dalam jangka waktu tertentu dan dikelompokkan menjadi 17 lapangan usaha. Berdasarkan pendekatan pendapatan, PDRB yaitu balas jasa yang diterima oleh faktor-faktor produksi yang ikut serta dalam proses produksi dalam jangka waktu tertentu. Berdasarkan pendekatan pengeluaran, PDRB adalah semua komponen permintaan akhir seperti konsumsi rumah tangga dan lembaga nirlaba, pengeluaran pemerintah, pembentukan modal tetap domestik bruto, perubahan inventori dan ekspor netto (BPS, 2016). PDRB ADHK dihitung dengan metode yang berbeda tergantung karakteristik lapangan usahanya yaitu revaluasi, ekstrapolasi dan deflasi. Revaluasi merupakan cara menghitung PDRB dengan menilai produksi dan biaya masing-masing tahun dengan harga pada tahun dasar. Ekstrapolasi dilakukan dengan mengalikan nilai tambah pada tahun dasar 2010 dengan indeks kuantum produksi. Deflasi merupakan metode perhitungan PDRB dengan membagi nilai pada tahun berjalan dengan suatu indeks dibagi seratus.

## 2.9 Kerangka Konsep Penelitian

Kerangka pemikiran bertujuan untuk menerangkan bagaimana hubungan suatu teori dengan faktor-faktor penting dalam suatu permasalahan tertentu. Kerangka konsep akan menghubungkan variabel-variabel penelitian seperti variabel independen (X) dan variabel dependen (y). Berdasarkan penelitian terdahulu, dimodifikasi dengan mengacu publikasi PDRB pada BPS 2016. Teori yang digunakan dalam penyusunan PDRB berdasarkan tiga pendekatan yaitu pendekatan pengeluaran, dan produksi dan pendapatan.

Tingkat angkatan kerja juga diindikasikan mempengaruhi nilai PDRB. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) merupakan presentase jumlah angkatan kerja terhadap penduduk usia kerja untuk mengindikasikan besarnya presentase penduduk usia kerja yang aktif secara ekonomi di suatu wilayah. Hubungan kausalitas antara Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja secara simultan dan parsial berpengaruh terhadap PDRB dengan nilai koefisien determinasi sebesar 97,37 persen, sedangkan sisanya sebesar 2,63 persen dipengaruhi oleh variabel - variabel independen di luar model (Najiah, 2013).

Penyusunan PDRB dengan pendekatan produksi, variabel yang digunakan adalah industri besar dan sedang. Jumlah industri besar dan sedang merupakan banyaknya industri baik dalam skala besar maupun sedang di suatu wilayah yang diindikasikan merupakan indikator faktor-faktor yang mempengaruhi PDRB. Hal ini dibuktikan dengan teori pertumbuhan industri yang oleh Chenery yang menyatakan bahwa untuk menjamin pertumbuhan ekonomi diseluruh dunia melaksanakan industrialisasi (Chenery, 1986). Industri telah dipercaya diseluruh dunia yang merupakan satu - satunya leading sektor yang membawa suatu perekonomian menuju kemakmuran.

Dana Alokasi Umum (DAU) merupakan dana yang berasal dari APBN yang dialokasikan dengan tujuan pemerataan kemam-



puan keuangan antar daerah untuk membiayai kebutuhan pengeluarannya dalam rangka pelaksanaan desentralisasi. Undang-undang No.33 tahun 2004, mensyaratkan adanya suatu perimbangan keuangan antara pemerintah pusat dan daerah. Dengan adanya dana perimbangan berupa transfer dana DAU, daerah diprediksi akan mampu membiayai pengeluaran kebutuhan daerah dan meningkatkan produktifitas sektor ekonomi yang lebih efektif dan efisien sehingga pertumbuhan PDRB di daerah meningkat seperti yang dikemukakan (Elmi, 2002). DAU merupakan faktor yang paling dominan dalam mendorong pertumbuhan ekonomi daerah, kebijakan DAU sangat efektif untuk mengurangi kesenjangan pendapatan antar daerah (Waluyo, 2007).

Variabel yang digunakan berdasarkan pendekatan pengeluaran diantaranya Anggaran Pendapatan Belanja Daerah (APBD) yang memuat daftar pernyataan rinci tentang jenis dan jumlah penerimaan serta pengeluaran negara yang diharapkan dalam jangka waktu satu tahun tertentu dan Dana Alokasi Umum. Penentuan besaran APBD setiap tahun sangat menentukan keberhasilan pembangunan di daerah. Berdasarkan teori pengeluaran pemerintahan yang menjelaskan bahwa pembelanjaan pemerintah terhadap berbagai kegiatan pembangunan akan meningkatkan pengeluaran agregat dan mempertinggi tingkat kegiatan ekonomi Negara (Sukirno, 2006), maka jika dikaitkan dengan pembelanjaan pemerintah daerah yang tercermin dalam realisasi belanja APBD, semakin besar belanja pemerintah daerah maka semakin besar pula terhadap perekonomian daerah yang tercermin dalam PDRB (Darise, 2006).

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Sumber Data**

Data yang digunakan dalam tugas akhir ini merupakan data sekunder yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur yang terdiri dari data Publikasi Produk Domestik Regional Bruto kabupaten/kota tahun 2011 sampai dengan 2015, Statistik Keuangan Pemerintah kabupaten/kota Tahun 2015, Statistik Industri Besar dan Sedang Jawa Timur, serta publikasi Jawa Timur dalam Angka 2016. Unit penelitian terdiri dari 38 kabupaten / kota di Jawa Timur.

#### **3.2 Variabel Penelitian**

Penentuan variabel pada penelitian ini ditunjukkan oleh Tabel 3.1 berikut ini.

**Tabel 3.1** Variabel Penelitian

<b>Variabel</b>	<b>Nama Variabel</b>
$Y$	Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)
$x_1$	Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK)
$x_2$	Jumlah Industri Besar dan Sedang (IBS)
$x_3$	Dana Alokasi Umum (DAU)
$x_4$	Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD)

Definisi operasional variabel

1. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) adalah semua komponen permintaan akhir yang terdiri dari pengeluaran konsumsi rumah tangga dan lembaga swasta nirlaba, pengeluaran konsumsi pemerintah, pembentukan modal tetap domestik bruto, perubahan inventori, dan ekspor *netto* merupakan ekspor dikurangi impor) (BPS Jawa Timur, 2016). Secara konsep nilai PDRB Atas Dasar Harga Konstan dapat dihitung berdasarkan tiga cara yaitu revaluasi, ekstrapolasi

dan deflasi. Adapun rumus perhitungannya adalah sebagai berikut.

a. Revaluasi

Revaluasi yaitu metode perhitungan PDRB ADHK perkalian kuantum produksi tahun yang berjalan dengan harga tahun dasar (tahun 2010), menghasilkan PDRB ADHK. Adapun rumus dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\text{Output}_{k,t} = \text{Produksi}_t \times \text{Harga}_0$$

$$\text{NTB}_{k,t} = \text{Output}_{k,t} \times \text{Rasio NTB}_0$$

b. Ekstrapolasi

Ekstrapolasi yaitu metode perhitungan PDRB ADHK dengan cara mengalikan nilai tahun dasar dengan suatu indeks kuantum dibagi 100.

$$\text{Output}_{k,t} = \text{Output}_{k,0} \times (\text{IKP}_t / 100)$$

$$\text{NTB}_{k,t} = \text{Output}_{k,t} \times \text{Rasio NTB}_0$$

c. Deflasi

Deflasi yaitu metode perhitungan PDRB ADHK dengan cara membagi nilai pada tahun berjalan dengan suatu indeks harga dibagi 100.

$$\text{Output}_{k,t} = \text{Output}_{b,t} \times (\text{IH}_t / 100)$$

$$\text{NTB}_{k,t} = \text{Output}_{k,t} \times \text{Rasio NTB}_0$$

2. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) adalah persentase jumlah angkatan kerja terhadap penduduk usia kerja untuk mengindikasikan besarnya persentase penduduk usia kerja yang aktif secara ekonomi di suatu negara/wilayah (BPS Jawa Timur, 2016).

$$TPAK = \frac{\text{jumlah tenaga kerja}}{\text{jumlah penduduk 15 tahun}} \times 100$$

3. Jumlah industri besar dan sedang merupakan banyaknya industri besar maupun sedang di suatu wilayah (BPS Jawa Timur, 2015). Industri dikatakan besar dengan tenaga kerja minimal 100 orang, sedangkan industri dikatakan sedang jika jumlah tenaga kerjanya antara 20 sampai dengan 99 orang.
4. Dana Alokasi Umum merupakan sejumlah dana yang diberikan dari APBD suatu wilayah untuk pembangunan wilayah tersebut. Tujuan dari dana Alokasi umum adalah sebagai pemerataan kemampuan keuangan antardaerah untuk mendanai kebutuhan Daerah Otonom dalam rangka pelaksanaan desentralisasi (Dirjen Perimbangan Keuangan, 2016) Menurut Undang- Undang Nomor 33 tahun 2004, DAU dialokasikan kepada daerah dengan menggunakan formula DAU yang berdasarkan alokasi Dasar dan Celah Fiskal dengan proporsi pembagian DAU untuk daerah kabupaten/kota sebesar 10 persen dan 90 persen dari besaran DAU secara Nasional. Formula DAU adalah sebagai berikut.

$$\text{DAU} = \text{Alokasi Dasar (AD)} + \text{Celah Fiskal (CF)}$$

Alokasi Dasar dihitung berdasarkan data jumlah Pegawai Negeri Sipil Daerah (PNSD) dan besaran belanja gaji PNSD dengan memperhatikan kebijakan-kebijakan lain terkait dengan penggajian, sedangkan celah fiskal merupakan selisih antara kebutuhan fiskal dan kapasitas fiskal.

5. Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) merupakan anggaran yang memuat daftar pernyataan rinci tentang jenis dan jumlah penerimaan, jenis dan jumlah pengeluaran negara yang diharapkan dalam jangka waktu satu tahun tertentu. Menurut Undang- Undang Nomor 32 Tahun 2004, APBD merupakan rencana keuangan tahunan pemerintah daerah yang dibahas dan disetujui bersama oleh pemerintah daerah dan DPRD dan ditetapkan dengan Peraturan Daerah (PerDa).

### 3.3 Struktur Data

Berikut merupakan struktur data yang digunakan dalam penelitian.

**Tabel 3.2** Struktur Data

Kab./Kota	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
1	$y_1$	$x_{1,1}$	$x_{2,1}$	$x_{3,1}$	$x_{4,1}$
2	$y_2$	$x_{1,2}$	$x_{2,2}$	$x_{3,2}$	$x_{4,2}$
3	$y_3$	$x_{1,3}$	$x_{2,3}$	$x_{3,3}$	$x_{4,3}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
38	$y_{38}$	$x_{1,38}$	$x_{2,38}$	$x_{3,38}$	$x_{4,38}$

### 3.3 Langkah Analisis

Langkah - langkah analisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data yang berkaitan dengan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Provinsi Jawa Timur beserta faktor-faktor yang diduga memengaruhinya.
2. Menentukan variabel respon dan prediktor dilanjutkan dengan analisis deskriptif.
3. Membuat *scatterplot* antara Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Provinsi Jawa Timur dengan variabel-variabel prediktornya untuk mengetahui bentuk pola data. Apabila bentuk pola data tidak mengikuti pola tertentu maka metode yang digunakan yaitu Regresi Nonparametrik Spline.
4. Memodelkan data dengan pendekatan Spline menggunakan Regresi Nonparametrik Spline satu, dua, tiga knot dan kombinasi knot dan memilih titik knot optimal berdasarkan nilai *Generalized Cross Validation* (GCV) yang paling minimum.
5. Mendapatkan model Regresi Nonparametrik Spline dengan titik knot optimal.
6. Mendapatkan parameter yang signifikan secara serentak dan parsial. Apabila terdapat variabel yang tidak signifikan maka kembali ke langkah (2).
7. Memenuhi asumsi residual identik, independen dan berdistribusi normal (IIDN) berdasarkan model regresi Spline. Apabila residual model regresi *Spline* tidak memenuhi asumsi IIDN maka harus dilakukan transformasi data. Setelah

melakukan transformasi data, memulai analisis kembali dari langkah (4).

8. Menghitung koefisien determinasi ( $R^2$ ).
9. Menginterpretasi model dan membuat skenario model pesimis, *middle* dan optimis untuk membuat kebijakan bagi pemerintah setempat.
10. Melakukan interpretasi model dan menarik kesimpulan.





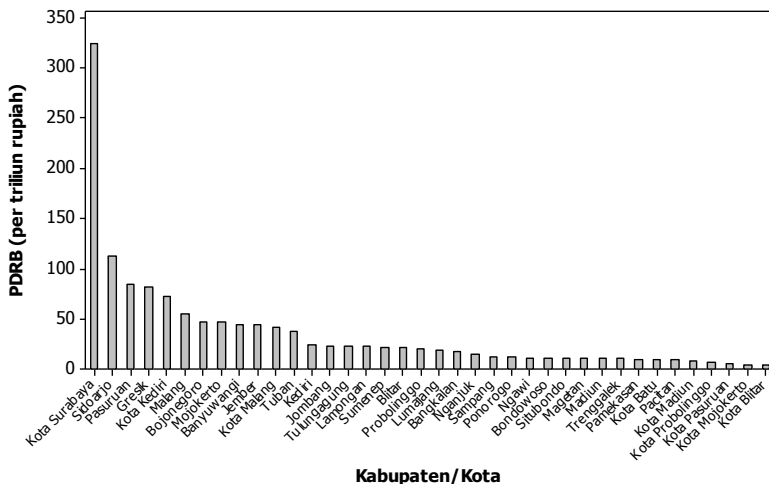
## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis dan pembahasan pada bab ini akan membahas bagaimana karakteristik nilai PDRB serta faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi dengan menggunakan metode statistika deskriptif, pemodelan Regresi Nonparametrik Spline untuk mendapatkan hasil yang optimal pada pemodelan PDRB di Jawa Timur tahun 2015 serta prediksi model optimis, *middle* dan pesimis PDRB di Jawa Timur.

#### 4.1 Karakteristik Data Produk Domestik Regional Bruto di Provinsi Jawa Timur

Jawa Timur merupakan provinsi terbesar di Pulau Jawa dengan jumlah penduduk sebesar 38.847.561 jiwa. Pada tahun 2015 PDRB di Jawa Timur mencapai 1.331,42 triliun rupiah. Gambar 4.1 menyajikan data PDRB pada setiap kabupaten dan kota di Jawa Timur.



**Gambar 4.1** PDRB Setiap Kabupaten dan Kota di Jawa Timur.

Pada Gambar 4.1 diketahui bahwa PDRB tertinggi terletak pada Kota Surabaya yang mencapai 324,23 triliun rupiah. Kota Surabaya mempunyai nilai PDRB tertinggi di Jawa Timur karena selain merupakan ibukota provinsi, Kota Surabaya memiliki jumlah penduduk yang padat serta memiliki jumlah industri pengolahan yang banyak dibandingkan dengan daerah lainnya yaitu sebanyak 942. Wilayah yang menduduki posisi kedua dengan PDRB tertinggi di Jawa Timur adalah Kabupaten Sidoarjo. Hal ini dikarenakan Kabupaten Sidoarjo memiliki jumlah industri pengolahan yang tinggi yakni 953. PDRB terendah terletak pada Kota Blitar yaitu sebesar 3,86 triliun rupiah. Kota Blitar merupakan kota kecil dengan luas wilayah berkisar 32 km<sup>2</sup> serta jumlah penduduk yang cukup sedikit dibandingkan dengan kabupaten/kota lainnya sehingga PDRB nya rendah. Pada penelitian ini terdapat beberapa faktor yang diduga mempengaruhi PDRB di Provinsi Jawa Timur. Berikut merupakan karakteristik data dari empat faktor yang diduga berpengaruh terhadap PDRB di Jawa Timur yang disajikan pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Statistika Deskriptif Faktor-Faktor yang Mempengaruhi PDRB Jawa Timur

<i>Variable</i>	<i>Mean</i>	<i>Median</i>	<i>Variance</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
X <sub>1</sub> (TPAK)	68,27	68,15	11,47	60,56	80,64
X <sub>2</sub> (IBS)	170,30	72,50	58940,90	13	953
X <sub>3</sub> (DAU)	0,85	0,89	0,11	0,09	1,61
X <sub>4</sub> (APBD)	4,34	3,98	5,20	1,59	14,57

Pada Tabel 4.1 diketahui bahwa variabel X<sub>1</sub> yaitu tingkat partisipasi angkatan kerja (TPAK) mempunyai persentase rata-rata 68,27 dan nilai median sebesar 68,15 persen. Nilai rata-rata dan median data TPAK memiliki nilai yang hampir sama sehingga data dapat dikatakan simetris. Variansi data persentase TPAK menunjukkan nilai yang cukup kecil yaitu 11,47, sehingga data TPAK sedikit bervariasi. TPAK terendah terletak pada Kota Malang yaitu sebesar 60,56 persen. Kota Malang menduduki

peringkat terendah TPAK di Jatim dikarenakan tingkat pengangguran terbuka yang sangat tinggi yaitu sebesar 7,28 pada tahun 2015. TPAK tertinggi terletak pada Kota Pacitan yaitu sebesar 80,64 persen. Hal ini disebabkan karena Kabupaten Pacitan memiliki jumlah penduduk yang padat dan angka tingkat pengangguran terbuka (TPT) sangat rendah yaitu sebesar 0,97 pada tahun 2015.

Variabel  $X_2$  yaitu jumlah industri besar dan sedang (Jumlah IBS) mempunyai nilai rata-rata sebesar 170 yang berarti bahwa rata-rata jumlah IBS kabupaten/kota di Jawa Timur sekitar 170. Nilai median jumlah IBS sebesar 72,5 dengan variansi yang cukup besar yaitu sebesar 48940. Variansi menunjukkan nilai yang cukup besar, sehingga data jumlah IBS pada kabupaten dan kota cenderung bervariasi. Jumlah IBS terendah di Jawa Timur terletak pada Kota Blitar. Penyumbang terbesar PDRB di Kota Blitar adalah sektor perdagangan besar dan eceran. Hal ini dikarenakan Kota Blitar merupakan kota wisata bung Karno dan bukan merupakan kota industri. Jumlah IBS tertinggi diduduki oleh Kabupaten Sidoarjo, dikarenakan kabupaten tersebut merupakan salah satu kabupaten/kota perindustrian utama di Jawa Timur. Industri besar maupun sedang yang mendominasi di kabupaten Sidoarjo adalah industri *furniture*, pengolahan, logam dasar. Jumlah IBS menyebabkan pertumbuhan ekonomi Kabupaten Sidoarjo dapat dikatakan baik. Jumlah IBS di Kabupaten Sidoarjo mencapai 953 industri. Angka tersebut menunjukkan tidak meratanya jumlah industri baik besar maupun sedang di provinsi Jawa Timur antar kabupaten/kota.

Variabel  $X_3$  yaitu dana alokasi umum (DAU) mempunyai nilai rata-rata sebesar 0,85 triliun dengan varians sebesar 0,1104. Nilai varians yang cukup kecil menunjukkan bahwa dana alokasi umum setiap kabupaten dan kota tidak terlalu bervariasi. Nilai median DAU sebesar 0,89, nilai median tersebut hampir sama dengan nilai rata-rata, sehingga data dana alokasi umum memiliki pola yang simetris. Dana alokasi umum terendah yaitu sebesar 0,09 triliun diduduki oleh Kabupaten Bondowoso. Hal ini

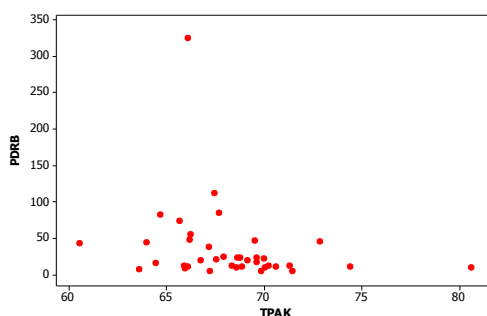
diakibatkan nilai APBD dan PDRB wilayah tersebut tergolong rendah, yang mengakibatkan alokasi dana untuk pembangunan kota tersebut rendah pula. Dana alokasi umum tertinggi terletak pada Kota Mojokerto yaitu sebesar 1,61 triliun. Hal ini disebabkan sejak tahun 2007, Pemerintahan Kota Mojokerto telah membuat rencana pembangunan jangka menengah daerah transisi Kota Mojokerto dan kebijakan investasi. Langkah perbaikan investasi di berbagai bidang digunakan untuk mendorong percepatan laju pertumbuhan ekonomi daerah dan penerimaan daerah dengan terobosan dan investasi oleh karena itu membutuhkan dana yang banyak.

Variabel  $X_4$  yaitu Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBD) merupakan anggaran yang memuat daftar pernyataan rinci tentang jenis dan jumlah penerimaan, jenis dan jumlah pengeluaran negara yang diharapkan dalam jangka waktu satu tahun tertentu. Rata-rata APBD di provinsi Jawa Timur adalah sebesar 4,34 triliun dan nilai median sebesar 3,98 dengan varians sebesar 5,20. Nilai median dan rata-rata mempunyai selisih yang kecil, sehingga data APBD memiliki pola yang simetris. Nilai varians yang kecil menunjukkan data APBD setiap kabupaten dan kota cenderung tidak terlalu bervariasi. Nilai APBD tertinggi adalah Kota Surabaya yaitu sebesar 14,57 triliun. Hal ini dikarenakan Kota Surabaya merupakan pusat pemerintahan provinsi Jawa Timur. Kota Batu menjadi kota dengan APBD terendah di Jawa Timur yaitu sebesar 1,59 triliun rupiah. Rendahnya serapan anggaran dalam APBD di Kota Batu diakibatkan tidak berjalannya program yang telah ditetapkan, Walikota Batu mengatakan bahwa minimnya penyerapan anggaran dikarenakan banyaknya proyek yang masih lelang.

#### **4.2 Analisis Pola Hubungan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi PDRB di Provinsi Jawa Timur**

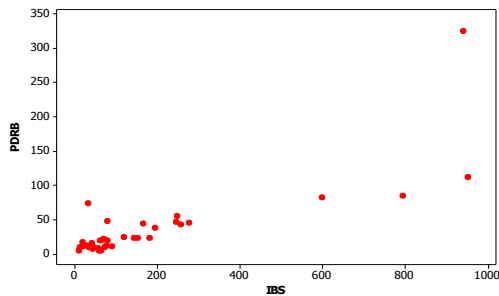
Langkah pertama dalam melakukan analisis regresi adalah membuat *scatterplot* untuk mengetahui pola hubungan variabel prediktor terhadap variabel respon yaitu Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Pola hubungan tersebut digunakan

untuk menentukan metode regresi yang digunakan. Berikut merupakan *scatterplot* antara faktor-faktor yang diduga mempengaruhi PDRB di Provinsi Jawa Timur. Gambar 4.2 menunjukkan antara variabel TPAK ( $X_1$ ) dengan angka PDRB menunjukkan pola hubungan yang tidak membentuk suatu pola tertentu, sehingga estimasi model menggunakan Regresi Nonparametrik.



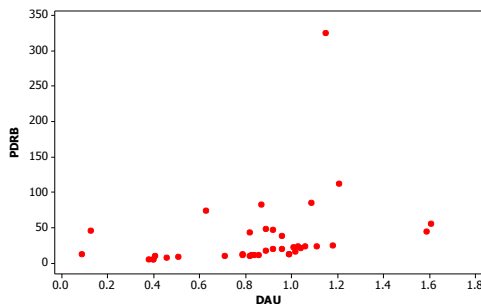
**Gambar 4.2** Pola Hubungan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) dengan PDRB

Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) merupakan indikator ketenagakerjaan yang memberikan gambaran tentang penduduk yang produktif. Berdasarkan gambar 4.2 pola yang terbentuk dari *scatterplot* PDRB dan TPAK tidak membentuk pola tertentu sehingga merupakan komponen nonparametrik. Titik yang berada paling atas merupakan Kota Surabaya yang menunjukkan PDRB tertinggi dibandingkan dengan kabupaten kota lainnya yaitu mencapai 324,23 triliun rupiah. Titik yang paling kanan bawah merupakan kabupaten Pacitan yang memiliki persentase Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) tertinggi dibandingkan dengan kabupaten/kota lainnya yaitu sebesar 80,64. Dikarenakan kabupaten Pacitan memiliki jumlah penduduk yang padat dan tingkat pengangguran terbuka yang rendah. Berikut merupakan *scatterplot* antara jumlah Industri Besar dan Sedang (IBS) dengan PDRB.



**Gambar 4.3** Pola Hubungan Jumlah Industri Besar dan Sedang (IBS) dengan Produk Domestik Regional Bruto

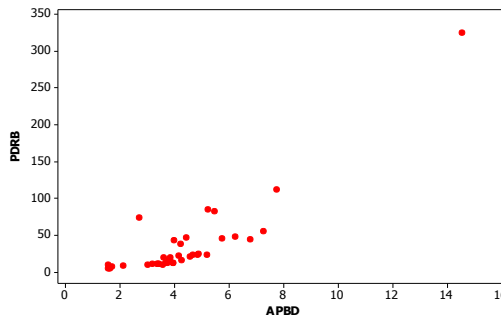
Gambar 4.3 menunjukkan pola hubungan antara variabel jumlah industri besar dan sedang (IBS) dengan PDRB menunjukkan pola hubungan yang tidak mengikuti suatu pola tertentu, sehingga estimasi model yang digunakan adalah Regresi Non-parametrik. Titik yang berada di pojok kanan atas merupakan Kota Surabaya yang menunjukkan bahwa Kota Surabaya memiliki nilai PDRB yang tinggi dan jumlah IBS yang tinggi pula. Hal ini dikarenakan Kota Surabaya merupakan pusat perekonomian serta ibukota provinsi Jawa Timur.



**Gambar 4.4** Pola Hubungan Dana Alokasi Umum (DAU) dengan Produk Domestik Regional Bruto

Variabel prediktor keempat merupakan dana alokasi umum (DAU). Gambar 4.4 menunjukkan bahwa bahwa antara variabel

dana alokasi umum ( $X_3$ ) dengan nilai PDRB menunjukkan pola hubungan yang tidak mengikuti suatu pola tertentu, sehingga estimasi model menggunakan Regresi Nonparametrik. Titik yang berada paling atas merupakan kota Surabaya yang mendominasi dana alokasi umum dengan PDRB tertinggi di Jawa Timur yaitu masing-masing sebesar 1,15 triliun dan 324,23 triliun rupiah.



**Gambar 4.5** Pola Hubungan Anggaran Pendapatan Belanja Daerah (APBD) dengan Produk Domestik Regional Bruto

Pola hubungan antara variabel APBD ( $X_4$ ) dengan PDRB yang disajikan pada Gambar 4.5 menunjukkan kurva hubungan yang tidak membentuk suatu pola tertentu, sehingga estimasi model yang digunakan adalah Regresi Nonparametrik. Titik yang berada jauh tertinggi di pojok kanan atas merupakan Kota Surabaya. Hal ini berarti bahwa Anggaran Pendapatan Belanja Daerah (APBD) tertinggi adalah Kota Surabaya yang mencapai 14,57 triliun rupiah.

### 4.3 Pemilihan Titik Knot Optimum

Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan pola kurva pada sub-sub interval yang berbeda. Model Regresi Nonparametrik Spline terbaik didapatkan dari titik knot yang optimal.

Model Regresi Nonparametrik Spline digunakan setelah mengetahui pola hubungan antara variabel respon yaitu rata-PDRB Jawa Timur dengan variabel - variabel prediktor yang

diduga mempengaruhinya. Berikut merupakan model dari regresi nonparametrik Spline.

$$\begin{aligned}
 y_i = & \hat{\beta}_{00} + \sum_{h=0}^q \hat{\beta}_{1j} x_{1i}^h + \sum_{l=1}^m \hat{\beta}_{l,m+1} (x_{li} - K_{lj})_+^q + \sum_{h=0}^q \hat{\beta}_{2j} x_{1i}^h + \\
 & \sum_{l=1}^m \hat{\beta}_{2,m+1} (x_{2i} - K_{lj})_+^q + \sum_{h=0}^q \hat{\beta}_{3j} x_{3i}^h + \sum_{l=1}^m \hat{\beta}_{3,m+1} (x_{3i} - K_{lj})_+^q + \\
 & \sum_{h=0}^q \hat{\beta}_{4j} x_{4i}^h + \sum_{l=1}^m \hat{\beta}_{4,m+1} (x_{4i} - K_{lj})_+^q + \varepsilon_i
 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan titik knot yang optimal, digunakan metode *Generalize Cross Validation* (GCV). Titik knot yang optimal dapat dilihat dari nilai GCV minimum. Berikut merupakan pemilihan titik knot optimal dengan satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot, dan kombinasi titik knot.

#### 4.3.1 Pemilihan Titik Knot dengan Satu Titik Knot

Estimasi model Regresi Nonparametrik Spline dengan satu titik knot pada PDRB di Jawa Timur adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \hat{y} = & \hat{\beta}_{00} + \hat{\beta}_{11} X_1 + \hat{\beta}_{12} (X_1 - K_{11})_+^1 + \hat{\beta}_{21} X_2 + \hat{\beta}_{22} (X_2 - K_{21})_+^1 + \hat{\beta}_{31} X_3 + \\
 & \hat{\beta}_{32} (X_3 - K_{31})_+^1 + \hat{\beta}_{41} X_4 + \hat{\beta}_{42} (X_4 - K_{41})_+^1
 \end{aligned}$$

Tabel 4.2 menunjukkan sepuluh nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model Regresi Nonparametrik Spline satu knot.

**Tabel 4.2** Nilai GCV Satu Titik Knot

No	Knot				GCV
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	
1	65,89	262,39	0,49	5,03	231,75
2	66,30	281,57	0,52	5,30	212,75
3	66,71	300,76	0,56	5,56	192,38
4	67,12	319,94	0,59	5,83	177,93



**Tabel 4.2** Nilai GCV Satu Titik Knot (Lanjutan)

No	Knot				GCV
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	
<b>5</b>	<b>67,53</b>	<b>339,12</b>	<b>0,62</b>	<b>6,09</b>	<b>170,92</b>
6	67,94	358,31	0,65	6,36	176,52
7	68,35	377,49	0,68	6,62	185,58
8	68,76	396,67	0,71	6,89	191,97
9	69,17	415,86	0,74	7,15	195,65
10	69,58	435,04	0,77	7,42	197,89

Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwa nilai GCV minimum untuk model Regresi Nonparametrik Spline dengan satu titik knot adalah sebesar 170,92. Nilai tersebut diperoleh dari satu titik knot optimal pada setiap variabel prediktor. Titik knot optimal untuk TPAK ( $X_1$ ) berada pada titik knot 67,53. Hal ini berarti bahwa fungsi memiliki perubahan perilaku pada saat TPAK ( $X_1$ ) mencapai nilai 67,53 persen. Pada variabel jumlah industri besar dan sedang ( $X_2$ ) berada pada titik knot 339,12, fungsi mengalami perubahan perilaku. Variabel dana alokasi umum ( $X_3$ ) berada pada titik knot 0,62 dan variabel APBD ( $X_4$ ) berada pada titik knot 6,09. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi perubahan perilaku pada fungsi yang dihasilkan pada saat variabel dana alokasi umum sebesar 0,62 triliun dan APBD sebesar 6,09 triliun rupiah.

#### **4.3.2 Pemilihan Titik Knot dengan Dua Titik Knot**

Setelah dilakukan pemilihan titik knot dengan satu titik knot, selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimal menggunakan dua titik knot pada setiap variabel. Berikut

merupakan model Regresi Nonparametrik Spline dari PDRB di Jawa Timur dengan dua titik knot.

$$\hat{y} = \hat{\beta}_{00} + \hat{\beta}_{11}X_1 + \hat{\beta}_{12}(X_1 - K_{11})_+^1 + \hat{\beta}_{13}(X_1 - K_{12})_+^1 + \hat{\beta}_{21}X_2 + \hat{\beta}_{22}(X_2 - K_{21})_+^1 + \hat{\beta}_{23}(X_2 - K_{22})_+^1 + \hat{\beta}_{31}X_3 + \hat{\beta}_{32}(X_3 - K_{31})_+^1 + \hat{\beta}_{33}(X_3 - K_{32})_+^1 + \hat{\beta}_{41}X_4 + \hat{\beta}_{42}(X_4 - K_{41})_+^1 + \hat{\beta}_{43}(X_4 - K_{42})_+^1$$

Tabel 4.3 menunjukkan sepuluh nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model Regresi Nonparametrik Spline dua knot. Pada Tabel 4.3 diketahui bahwa nilai GCV minimum untuk model Regresi Nonparametrik Spline dengan dua titik knot adalah sebesar 120,65. Nilai tersebut diperoleh dari dua titik knot optimal pada setiap variabel prediktor. Titik knot optimal untuk variabel TPAK ( $X_1$ ) berada pada titik knot 68,35 dan 86,76; variabel jumlah IBS ( $X_2$ ) berada pada titik knot 377 dan 397; variabel dana alokasi umum ( $X_3$ ) berada pada titik knot 0,68 dan 0,71, dan variabel Anggaran Pendapatan Belanja Daerah (APBD) ( $X_4$ ) berada pada titik knot 6,62 dan 6,89.

**Tabel 4.3** Nilai GCV Dua Titik Knot

No	Knot				GCV
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	
1	67,94	358,31	0,65	6,36	196,23
	79,41	895,45	1,52	13,78	
2	67,94	358,31	0,65	6,36	190,16
	79,82	914,63	1,55	14,04	
3	67,94	358,31	0,65	6,36	193,45
	80,23	933,82	1,58	14,31	
4	67,94	358,31	0,65	6,36	176,52
	80,64	953,00	1,61	14,57	
<b>5</b>	<b>68,35</b>	<b>377,49</b>	<b>0,68</b>	<b>6,62</b>	<b>120,65</b>
	<b>86,76</b>	<b>396,67</b>	<b>0,71</b>	<b>6,89</b>	
6	68,35	377,49	0,68	6,62	124,88
	69,17	415,86	0,74	7,15	

**Tabel 4.3** Nilai GCV Dua Titik Knot (Lanjutan)

No	Knot				GCV
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	
7	68,35	377,49	0,68	6,62	126,55
	69,58	435,04	0,77	7,42	
8	68,35	377,49	0,68	6,62	129,35
	69,99	454,22	0,80	7,68	
9	68,35	377,49	0,68	6,62	148
	70,40	473,41	0,83	7,95	
10	68,35	377,49	0,68	6,62	170,2
	70,80	492,59	0,87	8,21	

### 4.3.3 Pemilihan Titik Knot dengan Tiga Titik Knot

Tabel 4.4 menunjukkan empat nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model Regresi Nonparametrik Spline tiga titik knot. Berikut merupakan model Regresi Nonparametrik Spline dari PDRB di Jawa Timur dengan tiga titik knot.

$$\begin{aligned} \hat{y} = & \hat{\beta}_{00} + \hat{\beta}_{11}X_1 + \hat{\beta}_{12}(X_1 - K_{11})_+^1 + \hat{\beta}_{13}(X_1 - K_{12})_+^1 + \hat{\beta}_{14}(X_1 - K_{13})_+^1 + \\ & \hat{\beta}_{21}X_2 + \hat{\beta}_{22}(X_2 - K_{21})_+^1 + \hat{\beta}_{23}(X_2 - K_{22})_+^1 + \hat{\beta}_{24}(X_2 - K_{23})_+^1 + \hat{\beta}_{31}X_3 + \\ & \hat{\beta}_{32}(X_3 - K_{31})_+^1 + \hat{\beta}_{33}(X_3 - K_{32})_+^1 + \hat{\beta}_{34}(X_3 - K_{33})_+^1 + \hat{\beta}_{41}X_4 + \\ & \hat{\beta}_{42}(X_4 - K_{41})_+^1 + \hat{\beta}_{43}(X_4 - K_{42})_+^1 + \hat{\beta}_{44}(X_4 - K_{43})_+^1 \end{aligned}$$

**Tabel 4.4** Nilai GCV Tiga Titik Knot

No	Knot				GCV
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	
1	66,71	300,76	0,56	5,56	220,55
	67,53	339,12	0,62	6,09	
	79,41	895,45	1,52	13,78	
2	66,71	300,76	0,56	5,56	220,67
	67,53	339,12	0,62	6,09	
	79,82	914,63	1,55	14,04	

**Tabel 4.4** Nilai GCV Tiga Titik Knot (Lanjutan)

No	Knot				GCV
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	
3	66,71	300,76	0,56	5,56	219,47
	67,53	339,12	0,62	6,09	
	80,23	933,82	1,58	14,31	
4	66,71	300,76	0,56	5,56	257,69
	67,94	358,31	0,65	6,36	
	68,35	377,49	0,68	6,62	
<b>5</b>	<b>66,71</b>	<b>300,76</b>	<b>0,56</b>	<b>5,56</b>	<b>38,32</b>
	<b>67,94</b>	<b>358,31</b>	<b>0,65</b>	<b>6,36</b>	
	<b>68,76</b>	<b>396,67</b>	<b>0,71</b>	<b>6,89</b>	
6	66,71	300,76	0,56	5,56	45,82
	67,94	358,31	0,65	6,36	
	69,17	415,86	0,74	7,15	
7	66,71	300,76	0,56	5,56	53,17
	67,94	358,31	0,65	6,36	
	69,58	435,04	0,77	7,42	
8	66,71	300,76	0,56	5,56	68,22
	67,94	454,22	0,65	6,36	
	69,99	454,22	0,80	7,68	
9	66,71	300,76	0,56	5,56	106,33
	67,94	358,31	0,65	6,36	
	70,40	473,41	0,83	7,95	
10	66,71	300,76	0,56	5,56	145,27
	67,94	358,31	0,65	6,36	
	70,80	492,59	0,87	8,21	

Berdasarkan Tabel 4.4 diketahui sembilan nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model Regresi Nonparametrik Spline tiga titik knot. Pada Tabel 4.4

diketahui bahwa nilai GCV minimum yang ditandai dengan cetak tebal untuk model Regresi Nonparametrik Spline dengan tiga titik knot adalah sebesar 38,3171. Nilai tersebut diperoleh dari tiga titik knot optimal pada setiap variabel prediktor. Titik knot optimal untuk variabel TPAK ( $X_1$ ) berada pada titik knot 66,71; 67,94; dan 68,76; variabel jumlah IBS ( $X_2$ ) berada pada titik knot 300,76; 358,31; dan 396,67; variabel dana alokasi umum ( $X_3$ ) berada pada titik knot 0,55; 0,71; dan 0,55; dan variabel APBD ( $X_4$ ) berada pada titik knot 5,56; 6,35; dan 6,88.

#### 4.3.4 Pemilihan Titik Knot dengan Kombinasi Titik Knot

Setelah didapatkan hasil titik knot optimal menggunakan satu, dua, dan tiga titik knot, maka dilanjutkan dengan pemilihan titik knot optimal menggunakan kombinasi titik knot. Hal ini dilakukan karena terdapat kemungkinan jumlah titik knot optimal dari setiap variabel prediktor berbeda-beda. Kombinasi Knot akan menghasilkan model yang lebih sederhana.

Berdasarkan Tabel 4.5 diketahui sepuluh nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model Regresi Nonparametrik Spline kombinasi titik knot dan diketahui bahwa nilai GCV minimum untuk model Regresi Nonparametrik Spline dengan kombinasi titik knot adalah sebesar 33,12 dengan kombinasi titik knot 1,2,3,3. Titik knot optimal untuk variabel TPAK ( $X_1$ ) berada pada titik knot 67,53; variabel jumlah industri besar dan sedang ( $X_2$ ) berada pada titik knot 377,49; dan 396,67; variabel dana alokasi umum ( $X_3$ ) berada pada titik knot 0,56; 0,65 dan 0,71; dan titik knot minimum pada variabel APBD ( $X_4$ ) berada pada titik knot 5,56; 6,36 dan 6,89.

**Tabel 4.5** Nilai GCV Kombinasi Titik Knot

No	Knot				GCV
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	
1	67,53	377,49	0,67	5,56	50,16
		396,67	0,71	6,36	
				6,89	

**Tabel 4.5** Nilai GCV Kombinasi Titik Knot (Lanjutan)

No	Knot				GCV
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	
2	67,53	377,49	0,56	6,09	46,46
		396,67	0,65		
			0,71		
3	67,53	377,49	0,56	5,56	33,12
		396,67	0,64	6,35	
			0,71	6,88	
4	67,53	300,75	0,62	6,09	175,14
		358,31			
		396,67			
5	67,53	300,76	0,62	6,62	191,93
		358,31		6,88	
		396,67			

#### 4.3.5 Pemilihan Titik Knot Terbaik

Titik knot terbaik merupakan titik knot yang mempunyai nilai GCV minimum. Berikut merupakan perbandingan nilai GCV minimum yang diperoleh pada satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot yang ditunjukkan pada Tabel 4.6. Pada tabel tersebut diketahui bahwa nilai GCV paling minimum adalah model Regresi Nonparametrik Spline menggunakan kombinasi titik knot yaitu sebesar 33,12.

**Tabel 4.6** Perbandingan Nilai GCV

Model	GCV
1 Titik Knot	170,92
2 Titik Knot	120,65
3 Titik Knot	38,32
Kombinasi Titik Knot (1,2,3,3)	<b>33,12</b>

Berdasarkan kriteria pemilihan model terbaik diketahui bahwa nilai GCV paling minimum dihasilkan oleh model Regresi Nonparametrik Spline dengan kombinasi titik knot. Berikut merupakan model Regresi Nonparametrik Spline terbaik untuk dilakukan estimasi parameter menggunakan *Ordinary Least Square* (OLS).

$$\begin{aligned}\hat{y} = & 38,05 - 0,56x_1 + 0,50(x_1 - 67,53)_+^1 + 0,11x_2 + 1,30(x_2 - 377,49)_+^1 - \\ & 1,42(x_2 - 396,67)_+^1 - 2,22x_3 + 904,02(x_3 - 0,56)_+^1 - \\ & 2160,8(x_3 - 0,65)_+^1 + 1265,97(x_3 - 0,71)_+^1 + 0,47x_4 + \\ & 40,86(x_4 - 5,56)_+^1 - 100,43(x_4 - 6,36)_+^1 - 90,09(x_4 - 6,88)_+^1\end{aligned}$$

Setelah mendapatkan estimasi parameter setiap variabel prediktor, maka harus dilakukan uji signifikansi parameter secara serentak dan parsial.

#### 4.4 Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Non-parameterik Spline

Setelah didapatkan model Regresi Nonparametrik Spline terbaik, kemudian dilakukan pengujian signifikansi parameter model Regresi Nonparametrik Spline. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi PDRB di Jawa Timur. Pengujian dilakukan secara serentak dan individu. Apabila hasil pengujian serentak menunjukkan terdapat minimal satu parameter yang signifikan, maka dilanjutkan pada pengujian secara individu.

##### 4.4.1 Pengujian Serentak

Pengujian secara serentak dilakukan untuk parameter regresi yang melibatkan seluruh variabel prediktor secara keseluruhan. Tujuan pengujian secara serentak adalah mengetahui signifikansi parameter dalam model secara keseluruhan. Berikut merupakan hipotesis yang digunakan.

$$H_0 : \beta_{11} = \beta_{12} = \dots = \beta_{43} = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_{jl} \neq 0 ; j = 1, 2, 3, 4 ; l = 1, 2, \dots, 4$$

Berikut ANOVA dari model Regresi Nonparametrik yang disajikan pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7 ANOVA Uji Serentak**

<i>Source</i>	<i>Degree of Freedom (Df)</i>	<i>Sum Square (SS)</i>	<i>Mean Square (MS)</i>	<i>F<sub>hitung</sub></i>	<i>p-value</i>
<i>Regression</i>	13	9109141,5	8395,503	401,3195	$9,02 \times 10^{-25}$
<i>error</i>	24	502,0739	20,91975		
<i>Total</i>	37	109643,6			

Berdasarkan Tabel 4.7 diketahui bahwa statistik uji menggunakan  $F_{hitung}$  sebesar 401.3195 dengan  $p$ -value sebesar  $9,02 \times 10^{-25}$ . Pada tingkat signifikan ( $\alpha$ ) lima persen,  $p$ -value bernilai kurang dari  $\alpha$ , sehingga tolak  $H_0$ . Hal ini menunjukkan bahwa minimal terdapat satu parameter yang tidak sama dengan nol atau secara bersama variabel - variabel prediktor berpengaruh secara signifikan terhadap PDRB di Jawa Timur.

#### 4.4.2 Pengujian Individu

Hasil pengujian secara serentak menunjukan bahwa minimal terdapat satu parameter dari model Regresi Non-parametrik Spline yang signifikan. Untuk mengetahui parameter yang signifikan maka dilakukan pengujian secara individu dengan hasil yang disajikan pada Tabel 4.8. Hipotesis yang digunakan dalam pemodelan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_{jl} = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_{jl} \neq 0, j = 1, 2, 3, 4; l = 1, 2, \dots, 4$$

Berdasarkan Tabel 4.8 dengan tingkat signifikan ( $\alpha$ ) sebesar lima persen menunjukkan bahwa dari empat variabel terdapat satu variabel dengan seluruh parameter tidak signifikan terhadap model.



**Tabel 4.8** Estimasi Parameter Regresi Empat Variabel

Variabel	Parameter	Estimasi	t	p-value	Ket.
X <sub>1</sub>	$\beta_{10}$	38,05	0,87	0.3933	Tidak Signifikan
	$\beta_{11}$	-0,55	-0,89	0.3793	Tidak Signifikan
	$\beta_{12}$	0,51	0,61	0.5475	Tidak Signifikan
X <sub>2</sub>	$\beta_{21}$	0,12	7,27	$1.63 \times 10^{-7}$	Signifikan
	$\beta_{22}$	1,31	2,63	0.0147	Signifikan
	$\beta_{23}$	-1,41	-2,76	0,0107	Signifikan
X <sub>3</sub>	$\beta_{31}$	-2,22	-0,11	0,9123	Tidak Signifikan
	$\beta_{32}$	904,02	8,39	$1.33 \times 10^{-8}$	Signifikan
	$\beta_{33}$	-2160,87	12,32	$7,26 \times 10^{-1}$	Signifikan
	$\beta_{34}$	1265,97	12,23	$8,40 \times 10^{-12}$	Signifikan
X <sub>4</sub>	$\beta_{41}$	0,47	0,19	0,8532	Tidak Signifikan
	$\beta_{42}$	40,86	3,56	0,0015	Signifikan
	$\beta_{43}$	-100,43	-3.35	0,0026	Signifikan
	$\beta_{44}$	90,09	4,11	0,0004	Signifikan

Variabel yang signifikan mempengaruhi PDRB di Jawa Timur adalah jumlah IBS (X<sub>2</sub>), dana alokasi umum (X<sub>3</sub>), dan APBD (X<sub>4</sub>). Variabel yang tidak signifikan mempengaruhi PDRB adalah TPAK (X<sub>1</sub>). Hal ini dikarenakan *p-value* yang lebih dari  $\alpha$  (0,05). Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) merupakan persentase jumlah angkatan kerja terhadap penduduk usia kerja untuk mengindikasikan besarnya persentase penduduk usia kerja yang aktif secara ekonomi di suatu wilayah. Kontribusi

produktivitas tenaga kerja terhadap PDRB pengaruhnya sangat kecil dibandingkan dengan industri besar dan sedang, dana alokasi umum, dan anggaran pendapatan belanja daerah. Pada pemodelan selanjutnya dilakukan penghapusan terhadap variabel TPAK karena terdapat kemungkinan bahwa pada data yang digunakan yaitu tahun 2015. TPAK sudah tidak dapat menggambarkan tingkat partisipasi angkatan kerja suatu wilayah, sehingga menyebabkan TPAK tidak signifikan terhadap PDRB di Jawa Timur. Oleh karena itu, dilakukan penghapusan variabel yang tidak signifikan kemudian memodelkan kembali dengan tiga variabel yang berpengaruh signifikan.

#### **4.5 Pemilihan Titik Knot Menggunakan Tiga Variabel Prediktor**

Pada pengujian signifikansi parameter diketahui bahwa variabel TPAK tidak signifikan terhadap model, sehingga perlu dilakukan pemodelan baru dengan menghapus variabel prediktor yang tidak signifikan. Pada pemodelan kedua variabel yang dihapus terlebih dahulu adalah TPAK. Berikut merupakan hasil pemilihan titik knot optimum berdasarkan nilai GCV paling minimum untuk mendapatkan model Regresi Nonparametrik Spline setelah variabel TPAK dihapus.

##### **4.5.1 Pemilihan Titik Knot dengan Satu Titik Knot Pada Tiga Variabel**

Berikut merupakan estimasi model Regresi Nonparametrik Spline dengan satu titik knot pada PDRB di Jawa Timur menggunakan tiga variabel prediktor.

$$\hat{y} = \hat{\beta}_{00} + \hat{\beta}_{11}X_2 + \hat{\beta}_{12}(X_2 - K_{11})_+^1 + \hat{\beta}_{21}X_3 + \hat{\beta}_{22}(X_3 - K_{21})_+^1 + \hat{\beta}_{31}X_4 + \hat{\beta}_{32}(X_4 - K_{31})_+^1$$

Tabel 4.9 menunjukkan sembilan nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model Regresi Nonparametrik Spline satu knot.

**Tabel 4.9** Nilai GCV Satu Titik Knot Tiga Variabel

No	Knot			GCV
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	
1	262,39	0,49	5,03	209,84
2	281,57	0,52	5,30	193,82
3	300,76	0,56	5,56	177,37
4	319,94	0,59	5,83	165,82
<b>5</b>	<b>339,12</b>	<b>0,62</b>	<b>6,09</b>	<b>162,01</b>
6	358,31	0,65	6,36	169,91
7	377,49	0,68	6,62	180,83
8	396,67	0,71	6,89	189,15
9	415,86	0,74	7,15	192,27
10	435,04	0,77	7,42	194,56

Berdasarkan Tabel 4.9 diketahui bahwa nilai GCV minimum untuk model Regresi Nonparametrik Spline dengan satu titik knot adalah sebesar 162,01. Nilai tersebut diperoleh dari satu titik knot optimal pada setiap variabel prediktor. Titik knot optimal untuk variabel jumlah industri besar dan sedang ( $X_2$ ) berada pada titik knot 339,12; variabel dana alokasi umum ( $X_3$ ) berada pada titik knot 0,62 triliun rupiah; dan variabel anggaran pendapatan dan belanja daerah ( $X_4$ ) berada pada titik knot 6,09 triliun rupiah.

#### 4.5.2 Pemilihan Titik Knot dengan Dua Titik Knot Pada Tiga Variabel

Estimasi model Regresi Nonparametrik Spline dengan dua titik knot pada PDRB di Jawa Timur menggunakan tiga variabel prediktor adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \hat{y} = & \hat{\beta}_{00} + \hat{\beta}_{11}X_2 + \hat{\beta}_{12}(X_2 - K_{11})_+^1 + \hat{\beta}_{13}(X_2 - K_{12})_+^1 + \hat{\beta}_{21}X_3 + \\ & \hat{\beta}_{22}(X_3 - K_{21})_+^1 + \hat{\beta}_{23}(X_3 - K_{22})_+^1 + \hat{\beta}_{31}X_4 + \hat{\beta}_{32}(X_4 - K_{31})_+^1 + \\ & \hat{\beta}_{33}(X_4 - K_{32})_+^1 \end{aligned}$$

Tabel 4.10 menunjukkan sepuluh nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model Regresi Nonparametrik Spline dua knot. Pada Tabel 4.10 diketahui bahwa nilai GCV minimum untuk model Regresi Nonparametrik Spline dengan dua titik knot menggunakan tiga variabel prediktor adalah sebesar 97,38 . Nilai tersebut diperoleh dari dua titik knot optimal pada setiap variabel prediktor. Titik knot optimal untuk variabel jumlah industri besar dan sedang ( $X_2$ ) berada pada titik knot 377,49 dan 396,67; variabel dana alokasi umum ( $X_3$ ) berada pada titik knot 0,68 dan 0,71 triliun rupiah; dan variabel anggaran pendapatan dan belanja daerah ( $X_4$ ) berada pada titik knot 6,62 dan 6,88 triliun rupiah.

**Tabel 4.10** Nilai GCV Dua Titik Knot Tiga Variabel

No	Knot			GCV
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	
1	358,31	0,65	6,36	174,38
	895,45	1,52	13,78	
2	358,31	0,65	6,36	170,59
	914,63	1,55	14,04	
3	358,31	0,65	6,36	173,71
	933,82	1,58	14,31	
4	358,31	0,65	6,36	169,91
	953,00	1,61	14,57	
<b>5</b>	<b>377,49</b>	<b>0,68</b>	<b>6,62</b>	<b>97,38</b>
	<b>396,67</b>	<b>0,71</b>	<b>6,89</b>	
6	377,49	0,68	6,62	116,65
	415,86	0,74	7,15	
7	377,49	0,68	6,62	129,74
	435,04	0,77	7,42	
8	377,49	0,68	6,62	138,54
	454,22	0,80	7,68	

**Tabel 4.11** Nilai GCV Dua Titik Knot Tiga Variabel (Lanjutan)

No	Knot			GCV
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	
9	377,49	0,68	6,62	152,45
	473,41	0,83	7,95	
10	377,49	0,68	6,62	167,15
	492,59	0,87	8,21	

Berdasarkan tabel 4.10, hasil pemodelan Regresi Nonparametrik Spline dua knot didapatkan nilai GCV minimum sebesar 97,38.

#### 4.5.3 Pemilihan Titik Knot dengan Tiga Titik Knot Menggunakan Tiga Variabel

Berikut merupakan model Regresi Nonparametrik Spline dari PDRB di Provinsi Jawa Timur dengan tiga titik knot menggunakan tiga variabel prediktor.

$$\hat{y} = \hat{\beta}_{00} + \hat{\beta}_{11}X_2 + \hat{\beta}_{12}(X_2 - K_{11})_+^1 + \hat{\beta}_{13}(X_2 - K_{12})_+^1 + \hat{\beta}_{14}(X_2 - K_{13})_+^1 + \\ \hat{\beta}_{21}X_3 + \hat{\beta}_{22}(X_3 - K_{21})_+^1 + \hat{\beta}_{23}(X_3 - K_{22})_+^1 + \hat{\beta}_{24}(X_3 - K_{23})_+^1 + \hat{\beta}_{31}X_4 + \\ \hat{\beta}_{32}(X_4 - K_{31})_+^1 + \hat{\beta}_{33}(X_4 - K_{32})_+^1 + \hat{\beta}_{34}(X_4 - K_{33})_+^1$$

Tabel 4.11 menunjukkan sembilan nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model Regresi Nonparametrik Spline tiga titik knot.

**Tabel 4.12** Nilai GCV Tiga Titik Knot Tiga Variabel

No	Knot			GCV
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	
1	300,76	0,56	5,56	185,93
	339,12	0,62	6,09	
	895,45	1,52	13,78	
2	300,76	0,56	5,56	186,03
	339,12	0,62	6,09	
	914,63	1,55	14,04	

**Tabel 4.11** Nilai GCV Tiga Titik Knot Tiga Variabel (Lanjutan)

No	Knot			GCV
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	
3	300,76	0,56	5,56	185,43
	339,12	0,62	6,09	
	933,82	1,58	14,31	
4	300,76	0,56	5,56	204,57
	358,31	0,65	6,36	
	377,49	0,68	6,62	
5	<b>300,76</b>	<b>0,56</b>	<b>5,56</b>	<b>29,41</b>
	<b>358,31</b>	<b>0,65</b>	<b>6,36</b>	
	<b>396,67</b>	<b>0,71</b>	<b>6,89</b>	
6	300,76	0,56	5,56	59,52
	358,31	0,65	6,36	
	415,86	0,74	7,15	
7	300,76	0,56	5,56	89,26
	358,31	0,65	6,36	
	435,04	0,77	7,42	
8	300,76	0,56	5,56	110,44
	358,31	0,65	6,36	
	454,22	0,80	7,68	
9	300,76	0,56	5,56	136,30
	358,31	0,65	6,36	
	473,41	0,83	7,95	
10	300,76	0,56	5,56	160,36
	358,31	0,65	6,36	
	492,59	0,87	8,21	

Berdasarkan Tabel 4.11 diketahui sembilan nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model Regresi Nonparametrik Spline tiga titik knot. Pada Tabel 4.11 diketahui bahwa nilai GCV minimum untuk model Regresi Nonparametrik Spline dengan tiga titik knot adalah sebesar 29,41. Nilai tersebut diperoleh dari tiga titik knot optimal pada

setiap variabel prediktor. Titik knot optimal untuk variabel jumlah industri besar dan sedang ( $X_2$ ) berada pada titik knot 300,75; 358,31; dan 396,67; variabel dana alokasi umum ( $X_3$ ) berada pada titik knot 0,56; 0,65; dan 0,71; dan variabel anggaran pendapatan belanja daerah ( $X_4$ ) berada pada titik knot 5,56; 6,36; dan 6,62.

#### 4.5.4 Pemilihan Titik Knot dengan Kombinasi Titik Knot

Selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimal menggunakan kombinasi titik knot.

**Tabel 4.13** Nilai GCV Kombinasi Titik Knot Tiga Variabel

No	Knot			GCV
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	
1	377,49	0,68	6,62	103,99
	396,67	0,71	6,89	
2	377,49	0,68	5,56	44,97
	396,67	0,71	6,36	
3	377,49	0,56	6,09	41,61
	396,67	0,65	6,89	
4	377,49	0,56	5,56	29,41
	396,67	0,65	6,36	
5	377,49	0,56	6,36	163,87
	396,67	0,65	6,89	
6	300,76	0,61	6,09	180,11
	358,31			
7	300,76	0,62	6,62	185,12
	358,31		6,89	
	396,68			

Berdasarkan Tabel 4.12 diketahui tiga nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model Regresi Nonparametrik Spline kombinasi titik knot. Pada Tabel 4.12 diketahui bahwa nilai GCV minimum untuk model Regresi Nonparametrik Spline dengan kombinasi titik knot adalah sebesar 29,41 dengan kombinasi titik knot 2-3-3. Titik knot optimal untuk variabel jumlah industri besar dan sedang ( $X_2$ ) berada pada titik knot 377,49; dan 396,67; variabel dana alokasi umum ( $X_3$ ) berada pada titik knot 0,56; 0,65 dan 0,71; serta variabel anggaran pendapatan dan belanja daerah ( $X_4$ ) berada pada titik knot 5,56; 6,36 dan 6,89.

#### 4.5.5 Pemilihan Titik Knot Terbaik Pada Tiga Variabel

Berikut merupakan perbandingan nilai GCV minimum yang diperoleh pada satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot yang ditunjukkan pada Tabel 4.6. Pada tabel tersebut diketahui bahwa nilai GCV paling minimum adalah model Regresi Nonparametrik Spline menggunakan kombinasi titik knot yaitu sebesar 29,41.

**Tabel 4.14** Perbandingan Nilai GCV Pada Tiga Variabel

<b>Model</b>	<b>GCV</b>
1 Titik Knot	162,01
2 Titik Knot	97,38
3 Titik Knot	29,41
Kombinasi Titik Knot (2,3,3)	<b>29,41</b>

Berdasarkan kriteria pemilihan model terbaik diketahui bahwa nilai GCV paling minimum dihasilkan oleh model Regresi Nonparametrik Spline dengan kombinasi titik knot yaitu sebesar 29,41. Berikut merupakan model Regresi Nonparametrik Spline terbaik untuk dilakukan estimasi parameter menggunakan *Ordinary Least Square* (OLS).



$$\begin{aligned}\hat{y} = & -1,001 + 0,121x_2 + 1,383(x_2 - 377,489)_+^1 - \\ & 1,508(x_2 - 396,673)_+^1 + 2,083x_3 + 900,049(x_3 - 0,555)_+^1 - \\ & 2172,99(x_3 - 0,648)_+^1 + 1276,872(x_3 - 0,710)_+^1 + 0,433x_4 + \\ & 41,631(x_4 - 5,563)_+^1 - 99,96(x_4 - 6,358)_+^1 + 88,972(x_4 - 6,888)_+^1\end{aligned}$$

#### 4.6 Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline Tiga Variabel Prediktor

Setelah didapatkan model Regresi Nonparametrik Spline terbaik, kemudian dilakukan pengujian signifikansi parameter model Regresi Nonparametrik Spline. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi PDRB penduduk di Jawa Timur.

##### 4.6.1 Pengujian Serentak Tiga Variabel Prediktor

Pengujian serentak digunakan untuk mengetahui apakah secara bersama-sama variabel prediktor berpengaruh terhadap variabel respon. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_{11} = \beta_{12} = \dots = \beta_{33} = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_{jl} \neq 0 ; j = 1, 2, 3 ; l = 1, 2, \dots, 4$$

Berikut merupakan ANOVA dari model Regresi Nonparametrik yang disajikan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.15 ANOVA Uji Serentak Model Tiga Variabel

<i>Source</i>	<i>Df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F<sub>hitung</sub></i>	<i>P-value</i>
<i>Regression</i>	11	109,120	9920.039	493	$3 \times 10^{-27}$
<i>Error</i>	26	523	20		
<i>Total</i>	37	109643.6			

Tabel 4.14 menunjukkan bahwa statistik uji menggunakan  $F_{hitung}$  sebesar 493 dengan  $p$ -value sebesar  $3 \times 10^{-27}$ . Pada tingkat signifikan ( $\alpha$ ) lima persen,  $p$ -value bernilai kurang dari  $\alpha$ , sehingga keputusan yang didapatkan adalah tolak  $H_0$ . Hal ini

menunjukkan bahwa minimal terdapat satu parameter yang tidak sama dengan nol atau secara bersama tiga variabel prediktor berpengaruh secara signifikan terhadap PDRB di Jawa Timur.

#### 4.6.2 Pengujian Individu Tiga Variabel Prediktor

Hasil pengujian secara serentak menunjukkan bahwa minimal terdapat satu parameter dari model Regresi Non-parametrik Spline yang signifikan. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_{jl} = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_{jl} \neq 0, j = 1, 2, 3; l = 1, 2, \dots, 4$$

Pengujian secara individu dengan hasil yang disajikan pada Tabel 4.15.

**Tabel 4.16** Estimasi Parameter Regresi Tiga Variabel

Variabel	Parameter	Estimasi	t	p-value	Ket.
	$\beta_{00}$	-1,00	-0,09	0,93	Tidak Signifikan
X <sub>2</sub>	$\beta_{11}$	0,12	7,92	0,00	Signifikan
	$\beta_{12}$	1,38	2,89	0,01	Signifikan
	$\beta_{13}$	-1,51	-3,06	0,01	Signifikan
	$\beta_{21}$	2,08	0,11	0,91	Tidak Signifikan
X <sub>3</sub>	$\beta_{22}$	900,05	8,55	0,00	Signifikan
	$\beta_{23}$	-2172,99	-12,71	0,00	Signifikan
	$\beta_{24}$	1276,87	12,98	0,00	Signifikan
	$\beta_{31}$	0,43	0,18	0,86	Tidak Signifikan
X <sub>4</sub>	$\beta_{32}$	41,63	3,71	0,00	Signifikan
	$\beta_{33}$	-99,97	-3,45	0,00	Signifikan
	$\beta_{34}$	88,97	4,25	0,00	Signifikan

Pada Tabel 4.15 diketahui bahwa ketiga variabel prediktor mempunyai parameter yang signifikan terhadap model karena memiliki *p-value* kurang dari lima persen, sehingga variabel jumlah industri besar dan sedang ( $X_2$ ), dana alokasi umum ( $X_3$ ), anggaran pendapatan dan belanja daerah ( $X_4$ ) berpengaruh secara signifikan terhadap PDRB provinsi Jawa Timur.

#### 4.7 Pengujian Asumsi Residual

Pengujian asumsi residual dilakukan untuk mengetahui apakah residual yang dihasilkan telah memenuhi asumsi yakni identik, independen, dan berdistribusi normal.

##### 4.7.1 Pengujian Asumsi Residual Identik

Asumsi residual identik tidak terpenuhi apabila ada indikasi terjadinya heteroskedastisitas atau varians residual tidak homogen. Uji identik pada residual dilakukan menggunakan uji Glejser. Adapun hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_{38}^2 = \sigma^2$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 ; i = 1, 2, \dots, 38$$

Berikut merupakan hasil uji Glejser pada residual.

**Tabel 4.17** ANOVA Uji Glejser

<i>Source</i>	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>Fhit</i>	<i>P-value</i>
<i>Regression</i>	11	89,95312	8,177556	1,491981	0,19392
<i>Error</i>	26	142,5061	5,481005		
<i>Total</i>	37	232,4592			

Tabel 4.16 menjelaskan tabel ANOVA dari uji Glejser pada residual. Nilai MSR dan MSE yang dihasilkan adalah sebesar 8,177556 dan 5,481005. Nilai *F* hitung dan *p-value* masing-masing adalah sebesar 1,491981 dan 0,19392. Berdasarkan  $\alpha$  (taraf signifikansi) sebesar 0,05, uji Glejser memberikan keputusan gagal tolak  $H_0$  karena *p-value*  $> \alpha$ . Residual yang dihasilkan model memenuhi asumsi identik karena atau

tidak terjadi kasus heteroskedastisitas berdasarkan uji Glejser yang dilakukan.

#### 4.7.2 Pengujian Asumsi Residual Independen

Asumsi residual selanjutnya yang harus terpenuhi adalah asumsi residual independen. Pemeriksaan asumsi residual independen dilakukan untuk mengetahui apakah korelasi antar residual saling bebas atau berhubungan. Metode yang dapat digunakan untuk menguji asumsi residual independen adalah dengan *Run Test*.

Pengujian *Run Test* untuk membuktikan apakah residual telah menyebar secara acak atau tidak. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$H_0$  : Residual independen

$H_1$  : Residual dependen

Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan hasil sebagai berikut.

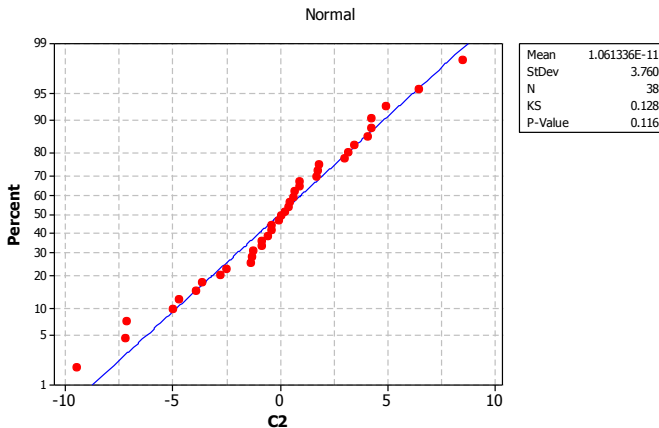
**Tabel 4.18** Uji *Run Test*

<i>Test Value</i>	<i>P-value</i>
0,19338	0,622

Berdasarkan perhitungan didapatkan bahwa nilai hitung *Run test* residual adalah sebesar 0,19338 dengan *p-value* sebesar 0,622. Jika dibandingkan dengan taraf signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar 0,05, maka *p-value* lebih besar dari  $\alpha$  sehingga keputusan yang didapatkan adalah gagal tolak  $H_0$ . Hal ini dapat disimpulkan bahwa asumsi residual independen terpenuhi. Dengan demikian residual cukup random sehingga tidak terdapat autokorelasi.

#### 4.7.3 Pengujian Asumsi Residual Distribusi Normal

Asumsi yang ketiga adalah residual memenuhi asumsi distribusi normal. Uji Kolmogorov - Smirnov digunakan untuk mengetahui normalitas residual model. Adapun *Normal Probability Plot* yang dihasilkan ditunjukkan pada gambar berikut.



**Gambar 4.6** Normal Probability Plot Residual

Berdasarkan Gambar 4.6, secara visual residual berdistribusi normal karena pola residual mengikuti garis normal. Keputusan uji Kolmogorov-Smirnov dapat diambil melalui *p-value*. *P-value* yang dihasilkan adalah sebesar 0,116. Dengan menggunakan taraf signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar 0,05, uji Kolmogorov - Smirnov memberikan keputusan gagal tolak  $H_0$  karena *p-value*  $> \alpha$  sehingga residual model berdistribusi normal. Ketiga asumsi residual (identik, independen, dan berdistribusi normal) telah terpenuhi sehingga model layak digunakan untuk menggambarkan hubungan antara variabel prediktor dan variabel respon.

#### 4.8 Koefisien Determinasi

Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) menunjukkan seberapa besar kebaikan model regresi dalam menjelaskan variabilitas Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) di Jawa Timur. Berikut merupakan perhitungan koefisien determinasi.

$$\begin{aligned}
 R^2 &= \frac{SS_{\text{regresi}}}{SS_{\text{total}}} \times 100\% \\
 &= \frac{109,12}{109643,6} \times 100\% \\
 &= 99,52\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai  $R^2$  sebesar 99,52 persen. Hal ini berarti model Regresi Nonparametrik Spline yang didapatkan mampu menjelaskan variabilitas PDRB di Jawa Timur sebesar 99,52 persen, sedangkan sisanya dijelaskan oleh variabel lain yang tidak masuk dalam model. Nilai tersebut mendekati 100 persen, sehingga model dapat dikatakan baik.

#### 4.9 Interpretasi Model Regresi Nonparametrik Spline

Setelah asumsi residual telah terpenuhi, maka dilakukan interpretasi dari model regresi. Berikut merupakan model Regresi Nonparametrik Spline PDRB di Jawa Timur.

$$\begin{aligned}
 \hat{y} &= -1,001 + 0,121x_2 + 1,383(x_2 - 377,489)_+^1 - \\
 &\quad 1,508(x_2 - 396,673)_+^1 + 2,083x_3 + 900,049(x_3 - 0,555)_+^1 - \\
 &\quad 2172,99(x_3 - 0,648)_+^1 + 1276,872(x_3 - 0,710)_+^1 + 0,433x_4 + \\
 &\quad 41,631(x_4 - 5,563)_+^1 - 99,96(x_4 - 6,358)_+^1 + 88,972(x_4 - 6,888)_+^1
 \end{aligned}$$

Berdasarkan model tersebut, maka dapat diinterpretasikan sebagai berikut.

1. Apabila  $X_3$  dan  $X_4$  dianggap konstan, maka pengaruh jumlah industri besar dan sedang ( $X_2$ ) terhadap PDRB dapat dimodelkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \hat{y} &= 0,121x_2 + 1,383(x_2 - 377,489)_+^1 - 1,508(x_2 - 396,673)_+^1 \\
 &= \begin{cases} 0,121x_2 & , x_2 < 377,489 \\ 1,504x_2 - 522,06 & , 377,489 \leq x_2 < 396,673 \\ -0,004x_2 + 72,945 & , x_2 \geq 396,673 \end{cases}
 \end{aligned}$$

Potongan-potongan persamaan diatas dapat disajikan dalam bentuk gambar sebagai berikut.



**Gambar 4.7** Peta Jatim Berdasarkan Potongan Persamaan  $X_2$

Berdasarkan model yang diperoleh dapat diinterpretasikan bahwa apabila jumlah industri besar dan sedang dalam suatu wilayah kurang dari 377,489, akan naik sebesar satu satuan, maka PDRB akan cenderung naik sebesar 0,121 triliun. Wilayah yang termasuk pada kategori tersebut yaitu seluruh wilayah kabupaten/kota di Jawa Timur kecuali Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Gresik. Berikut merupakan kabupaten/kota yang tergolong dalam interval pertama.

**Tabel 4.19** Kabupaten/Kota yang Berada pada Interval Pertama Jumlah IBS

No	Kabupaten/Kota
1	Kota Kediri
2	Kabupaten Malang
3	Kabupaten Bojonegoro
4	Kabupaten Mojokerto
5	Kabupaten Banyuwangi
6	Kabupaten Jember
7	Kota Malang

**Tabel 4.18** Kabupaten/Kota yang Berada pada Interval Pertama Jumlah IBS  
(Lanjutan)

<b>No</b>	<b>Kabupaten/Kota</b>
8	Kabupaten Tuban
9	Kabupaten Kediri
10	Kabupaten Jombang
11	Kabupaten Tulungagung
12	Kabupaten Lamongan
13	Kabupaten Sumenep
14	Kabupaten Blitar
15	Kabupaten Probolinggo
16	Kabupaten Lumajang
17	Kabupaten Bangkalan
18	Kabupaten Nganjuk
19	Kabupaten Sampang
20	Kabupaten Ponorogo
21	Kabupaten Ngawi
22	Kabupaten Bondowoso
23	Kabupaten Situbondo
24	Kabupaten Magetan
25	Kabupaten Madiun
26	Kabupaten Trenggalek
27	Kabupaten Pamekasan
28	Kota Batu
29	Kabupaten Pacitan
30	Kota Madiun
31	Kota Probolinggo
32	Kota Pasuruan
33	Kota Mojokerto
34	Kota Blitar



Berdasarkan tabel 4.17 dapat diketahui bahwa hampir 83 persen kabupaten/kota di Jawa Timur tergolong dalam interval pertama yaitu wilayah dengan jumlah industri besar dan sedang yang kurang dari 378. Wilayah yang termasuk dalam interval pertama merupakan wilayah kabupaten/kota yang terkenal maju dalam indikator pertanian, peternakan dalam menyumbang PDRB Jawa Timur. Semakin banyak jumlah IBS, maka PDRB akan mengalami kenaikan meskipun hanya 0,121. Rendahnya kenaikan PDRB menyebabkan 34 wilayah kabupaten/kota tersebut masuk dalam interval pertama.

Selanjutnya pada interval kedua apabila jumlah industri besar dan sedang di suatu kabupaten/kota berada antara 377,49 dan 396,67 dan nilai tersebut naik sebesar satu satuan, maka PDRB akan naik sebesar 1,504 triliun. Selanjutnya wilayah yang tergolong dalam interval ketiga adalah sebagai berikut.

**Tabel 4.20** Kabupaten/Kota yang Berada pada Interval Terakhir Jumlah IBS

No	Kab/Kota	Jumlah Industri Besar dan Sedang
1	Kota Surabaya	942
2	Kabupaten Sidoarjo	953
3	Kabupaten Pasuruan	794
4	Kabupaten Gresik	599

Interval yang terakhir apabila jumlah IBS lebih dari 396,67 dan jumlah industri besar dan sedang naik sebesar satu satuan, maka PDRB akan turun sebesar 0.004 triliun. Berdasarkan Tabel 4.18 kabupaten/kota yang tergolong dalam interval ketiga adalah Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Gresik. Keempat wilayah tersebut mendominasi variabel jumlah industri besar dan sedang. Keempat wilayah tersebut merupakan kawasan industri utama di Jawa Timur. Berdasarkan penelitian sebelumnya tentang pemetaan PDRB, penyumbang terbesar PDRB dari sektor industri Jatim adalah Surabaya dan Gresik. Kota Surabaya mempunyai andil besar dalam subsektor makanan dan minuman, tembakau, kertas barang cetakan, logam

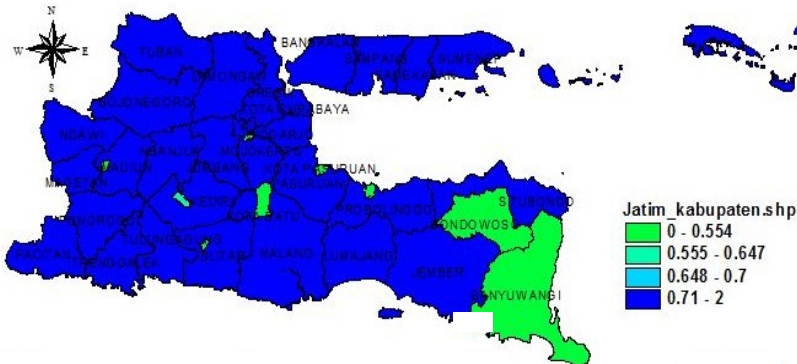
dan mesin. Andil terbesar Kabupaten Gresik adalah tekstil, barang kulit, alas kaki, barang kayu dan hasil hutan.

2. Apabila  $X_2$  dan  $X_4$  dianggap konstan, maka pengaruh dana alokasi umum ( $X_3$ ) terhadap PDRB dapat dimodelkan sebagai berikut.

$$\hat{y} = 2,083x_3 + 900,049(x_3 - 0,555)_+^1 - 2172,99(x_3 - 0,648)_+^1 + 1276,872(x_3 - 0,710)_+^1$$

$$\begin{cases} 2,083x_3, & x_3 < 0,555 \\ 902,13x_3 - 499,53, & 0,555 \leq x_3 < 0,648 \\ -1270,86x_3 - 1907,63, & 0,648 \leq x_3 < 0,71 \\ 6,01x_3 - 2814,21, & x_3 \geq 0,71 \end{cases}$$

Pada persamaan tersebut terdapat empat interval untuk masing-masing potongan Spline. Potongan – potongan persamaan di atas dapat disajikan dalam bentuk gambar sebagai berikut.



**Gambar 4.8** Peta Jatim Berdasarkan Potongan Persamaan  $X_3$

Berdasarkan model tersebut, apabila dana alokasi umum di suatu wilayah yang bernilai kurang dari 0,55 triliun rupiah, naik sebesar satu satuan, maka PDRB akan naik sebesar 2,083 triliun. Wilayah yang termasuk dalam kategori ini akan dijelaskan oleh tabel berikut.

**Tabel 4.21** Kabupaten/Kota yang Berada pada Interval Pertama DAU

<b>No</b>	<b>Kabupaten/Kota</b>
1	Kabupaten Banyuwangi
2	Kabupaten Bondowoso
3	Kabupaten Madiun
4	Kota Batu
5	Kabupaten Probolinggo
6	Kabupaten Pasuruan
7	Kabupaten Mojokerto
8	Kota Blitar

Tabel 4.20 menunjukkan bahwa kabupaten/kota yang tergolong dalam interval pertama adalah Kabupaten Banyuwangi, Bondowoso, Kota Batu, Madiun, Probolinggo, Pasuruan, Mojokerto dan Kota Blitar. Kabupaten/Kota yang mendominasi interval pertama adalah daerah tapal kuda yaitu Kabupaten Banyuwangi, Bondowoso, Probolinggo, dan Pasuruan. Hal ini disebabkan karena daerah tapal kuda merupakan daerah tertinggal dibandingkan dengan daerah lainnya sehingga dana alokasi umum pada kabupaten/kota tersebut rendah dibandingkan dengan kabupaten/kota lainnya. Kabupaten Madiun dan Kota Blitar memiliki dana alokasi umum yang rendah dikarenakan wilayah tersebut merupakan kabupaten/kota yang masuk dalam kategori kabupaten/kota berkembang.

Selanjutnya wilayah dengan dana alokasi umum berada dikisaran 0,555 dan 0,648, naik sebesar satu triliun, maka PDRB akan naik sebesar 902,13. Wilayah yang termasuk adalah Kota Kediri. Apabila wilayah dengan dana alokasi umum berada pada interval 0,648 dan 0,71 naik sebesar 0,1 persen, maka PDRB akan turun sebesar 127,08. Selanjutnya apabila dana alokasi umum dalam suatu wilayah memiliki nilai lebih dari 0,71, naik sebesar satu triliun, maka PDRB akan naik sebesar 435,199. Wilayah yang termasuk dalam kategori tersebut sebagai berikut.

**Tabel 4.22** Kabupaten/Kota yang Berada pada Interval Terakhir DAU

<b>No</b>	<b>Kabupaten/Kota</b>
1	Kabupaten Malang
2	Kabupaten Jember
3	Kabupaten Sidoarjo
4	Kabupaten Kediri
5	Kota Surabaya
6	Kabupaten Tulungagung
7	Kabupaten Pasuruan
8	Kabupaten Lamongan
9	Kabupaten Blitar
10	Kabupaten Jombang
11	Kabupaten Nganjuk
12	Kabupaten Sumenep
13	Kabupaten Ponorogo
14	Kabupaten Ngawi
15	Kabupaten Tuban
16	Kabupaten Probolinggo
17	Kabupaten Mojokerto
18	Kabupaten Lumajang
19	Kabupaten Bojonegoro
20	Kabupaten Bangkalan
21	Kabupaten Gresik
22	Kabupaten Magetan
23	Kabupaten Trenggalek
24	Kabupaten Madiun
25	Kota Malang
26	Kabupaten Pamekasan
27	Kabupaten Sampang
28	Kabupaten Situbondo
29	Kabupaten Pacitan

Berdasarkan tabel 4.21 didapatkan bahwa sebagian besar kabupaten dan kota di Jawa Timur telah memiliki dana alokasi

umum yang lebih dari 0,71. Hal ini berarti bahwa lebih dari 82 persen keuangan antar daerah kabupaten/kota di Jawa Timur untuk membiayai kebutuhan pengeluaran pemerintah daerah dalam rangka pelaksanaan desentralisasi sudah merata. Dengan dana tersebut pemerintah daerah menggunakannya untuk memberi pelayanan yang lebih baik kepada publik.

3. Apabila  $X_2$  dan  $X_3$  dianggap konstan, maka pengaruh anggaran pendapatan dan belanja daerah ( $X_4$ ) terhadap PDRB adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = 0,433x_4 + 41,631(x_4 - 5,563)_+^1 - 99,96(x_4 - 6,358)_+^1 + 88,972(x_4 - 6,888)_+^1$$

$$= \begin{cases} 0,433x_4 & , x_4 < 5,563 \\ 42,064x_4 - 231,593 & , 5,563 \leq x_4 < 6,358 \\ -57,896x_4 + 403,953 & , 6,358 \leq x_4 < 6,888 \\ 31,076x_4 - 208,913 & , x_4 \geq 6,888 \end{cases}$$

Potongan – potongan persamaan di atas dapat disajikan dalam bentuk gambar sebagai berikut.



**Gambar 4.9** Peta Jatim Berdasarkan Potongan  $X_4$

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa apabila anggaran pendapatan dan belanja suatu daerah kurang dari 5,563 triliun, naik sebesar satu triliun, maka PDRB akan naik sebesar 0,433 triliun. Wilayah yang termasuk dalam

interval pertama adalah wilayah yang memiliki anggaran pendapatan dan belanja daerah kurang dari 5,563 triliun yang ditunjukkan oleh tabel 4.22.

**Tabel 4.23** Kabupaten/Kota yang Berada pada Interval Pertama APBD

<b>No</b>	<b>Kabupaten/Kota</b>
1	Kabupaten Pasuruan
2	Kabupaten Gresik
3	Kota Kediri
4	Kabupaten Mojokerto
5	Kota Malang
6	Kabupaten Tuban
7	Kabupaten Kediri
8	Kabupaten Jombang
9	Kabupaten Tulungagung
10	Kabupaten Lamongan
11	Kabupaten Sumenep
12	Kabupaten Blitar
13	Kabupaten Probolinggo
14	Kabupaten Lumajang
15	Kabupaten Bangkalan
16	Kabupaten Nganjuk
17	Kabupaten Sampang
18	Kabupaten Ponorogo
19	Kabupaten Ngawi
20	Kabupaten Bondowoso
21	Kabupaten Situbondo
22	Kabupaten Magetan
22	Kabupaten Madiun
23	Kabupaten Trenggalek

**Tabel 4.22** Kabupaten/Kota yang Berada pada Interval Pertama APBD (Lanjutan)

No	Kabupaten/Kota
24	Kota Batu
25	Kabupaten Pacitan
26	Kota Madiun

Tabel 4.22 menunjukkan bahwa terdapat 84,21 persen kabupaten/kota yang tergolong dalam interval pertama. Hal tersebut disebabkan karena anggaran pendapatan dan belanja rata-rata memiliki nilai yang hampir sama yaitu sebanyak 84 persen. Selanjutnya apabila wilayah dengan Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) yang berada dalam kisaran 5,563 dan 6,358 triliun naik sebesar satu triliun, maka PDRB akan naik sebesar 42,064. Wilayah yang termasuk dalam interval tersebut adalah Kabupaten Bojonegoro dan Kabupaten Banyuwangi. Kedua kabupaten tersebut memiliki anggaran pendapatan dan belanja daerah yang cukup rendah dibandingkan dengan kabupaten/kota lainnya. Kedua kabupaten tersebut merupakan wilayah tapal kuda yang cenderung rendah dari lainnya. Pada interval selanjutnya apabila wilayah dengan anggaran pendapatan dan belanja daerah berada pada interval 6,358 dan 6,888 triliun naik sebesar satu triliun, maka PDRB akan turun sebesar sebesar 57,89. Wilayah yang termasuk pada kategori tersebut adalah Kabupaten Jember. Apabila APBD memiliki nilai lebih dari 6,888 triliun naik sebesar satu triliun, maka PDRB akan naik sebesar 31,076 triliun. Wilayah yang termasuk pada kategori tersebut adalah sebagai berikut.

**Tabel 4.24** Kabupaten/Kota yang Berada pada Interval Keempat APBD

No	Kabupaten / Kota
1	Kota Surabaya
2	Kabupaten Sidoarjo
3	Kabupaten Malang

Berdasarkan tabel tersebut, Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Malang memiliki anggaran pendapatan dan belanja daerah yang tinggi dibandingkan dengan kabupaten/kota lainnya yaitu masing-masing sebesar 14,57; 7,78; dan 7,28 triliun rupiah. Hal ini dikarenakan ketiga kabupaten/kota tersebut merupakan kota besar dan memiliki PDRB yang tinggi dibandingkan dengan kabupaten/kota lainnya. Kota Surabaya memiliki APBD tertinggi di Jawa Timur akibat banyaknya jenis pajak yang melewati target yang menunjukkan bahwa tingkat kepatuhan masyarakat terhadap kewajiban membayar pajak meningkat. Masyarakat menyadari bahwa uang yang dibayarkan untuk pajak itu nantinya juga akan kembali kepada mereka berupa pembangunan infrastruktur serta program-program lain seperti Bopda sehingga bias sekolah gratis maupun pelayanan kesehatan yang *tercover* dalam APBD Kota Surabaya.

#### **4.10 Rekomendasi Untuk Pemerintah Jawa Timur**

Terjadinya penurunan laju pertumbuhan ekonomi selama tiga tahun terakhir hingga 5,44 persen masih terbilang baik karena melebihi pertumbuhan ekonomi nasional yang hanya sebesar 4,79 persen (BPS, 2016). Oleh karena itu, pemerintah Jawa Timur diharapkan dapat mengambil kebijakan guna meningkatkan pertumbuhan ekonominya dan mempertahankannya. Upaya peningkatan laju pertumbuhan ekonomi dapat ditingkatkan dari kenaikan PDRB masing-masing kabupaten/kota. Berdasarkan model Regresi Nonparametrik Spline didapatkan tiga variabel yang berpengaruh secara signifikan. Berikut merupakan kondisi faktor-faktor yang mempengaruhi PDRB yang harus dicapai oleh pemerintah Jawa Timur apabila ingin meningkatkan pertumbuhan ekonominya.

##### **4.10.1 Interpretasi Model Optimis, *Middle* dan Pesimis**

Skenario model optimis, *middle* dan pesimis digunakan untuk memprediksi variabel PDRB berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi maupun faktor yang tidak mempengaruhi nilai PDRB dengan model Regresi Nonparametrik Spline yang



telah diperoleh berdasarkan ukuran kebaikan model sebesar 99,54 persen serta untuk melihat wilayah yang memiliki PDRB diatas, disekitar dan dibawah rata-rata. Skenario tersebut didapat dari model yang sudah optimum dengan nilai GCV terkecil. Adapun model yang digunakan dalam prediksi model adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\hat{y} = & 38,05 - 0,56x_1 + 0,50(x_1 - 67,53)_+^1 + 0,11x_2 + 1,30(x_2 - 377,49)_+^1 - \\ & 1,42(x_2 - 396,67)_+^1 - 2,22x_3 + 904,02(x_3 - 0,56)_+^1 - \\ & 2160,8(x_3 - 0,65)_+^1 + 1265,97(x_3 - 0,71)_+^1 + 0,47x_4 + \\ & 40,86(x_4 - 5,56)_+^1 - 100,43(x_4 - 6,36)_+^1 - 90,09(x_4 - 6,88)_+^1\end{aligned}$$

Adapun tabel skenario model optimis, *middle* dan pesimis dalam memprediksi nilai y (PDRB) ditunjukkan pada tabel 4.24.

**Tabel 4.25** Prediksi Skenario Model Optimis, Rata-rata, dan Pesimis

Nilai PDRB	TPAK	IBS	DAU	APDB	Nilai Prediksi PDRB	Skenario model
324,23	80,64	942	1,61	14,57	323,99	optimis
112,01	74,43	953	1,59	7,78	113,25	
84,41	72,87	794	1,21	7,28	82,59	
20,93	69,99	71	1,01	4,19	17,75	<i>middle</i>
19,58	67,57	70	1,04	4,61	17,63	
18,68	66,75	80	0,92	3,63	17,80	
4,81	67,24	65	0,40	1,62	7,36	Pesimis
3,99	69,87	61	0,38	1,61	4,54	
3,86	71,46	13	0,40	1,66	1,66	

Berdasarkan tabel 4.24 prediksi skenario model masing-masing diperoleh tiga model. Model prediksi optimis merupakan model prediksi yang digunakan ketika nilai PDRB berada di atas rata-rata. Model prediksi optimis yang diperoleh dari nilai PDRB Jawa Timur adalah sebesar 323,99; 113,25; dan 82,59 triliun

rupiah dari nilai awal PDRB sebesar 324,23; 112,01 dan 84,41 triliun rupiah. Kabupaten/kota di Jawa Timur yang masuk dalam urutan pertama model optimis adalah Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Pasuruan.

Model prediksi *middle* merupakan model prediksi yang diperoleh berdasarkan nilai rata-rata prediksi yang digunakan ketika variabel berada di titik rata-rata tersebut. Model prediksi *middle* nilai prediksi sebesar 17,75; 17,63; dan 17,80 triliun dari nilai awal PDRB sebesar 20,93; 19,58 dan 18,68 triliun rupiah. Kabupaten/kota yang tergolong dalam model *middle* adalah Kabupaten Blitar, Kabupaten Probolinggo dan Kabupaten Lumajang.

Model prediksi pesimis merupakan model prediksi yang digunakan ketika semua variabel berada dititik minimum atau PDRB berada dibawah rata-rata. Model pesimis prediksi nilai PDRB sebesar 7,32; 4,54; dan 1,66 dari nilai awal PDRB sebesar 4,81; 3,99; dan 3,86 triliun. Kabupaten/kota yang tergolong dalam model pesimis adalah Kota Pasuruan, Kota Mojokerto dan Kota Blitar. Nilai tersebut dapat diperoleh dengan syarat nilai masing-masing variabel X telah terpenuhi. Skenario model yang telah diperoleh menunjukkan bahwa nilai prediksi mendekati nilai awal PDRB maka model telah sesuai.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Pada tahun 2015 Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) di Jawa Timur mencapai 1.331,42 triliun rupiah. PDRB tertinggi terletak pada Kota Surabaya yaitu sebesar 324,23 triliun, sedangkan PDRB terendah terletak pada Kota Blitar yaitu sebesar 3,86 triliun rupiah. Kota Surabaya mempunyai nilai PDRB tertinggi di Jawa Timur karena selain merupakan ibukota provinsi, Kota Surabaya memiliki jumlah penduduk yang padat serta memiliki jumlah industri besar dan sedang yang banyak dibandingkan dengan daerah lainnya yaitu sebanyak 942 industri. Kota Blitar memiliki nilai PDRB terendah disebabkan karena Kota Blitar merupakan kota kecil di Jawa Timur dengan luas wilayah sebesar 32 km<sup>2</sup> begitu jumlah penduduk kota Blitar. Kota Blitar sebagai kota wisata bung Karno bukan sebagai kota industri sehingga sumbangan PDRB rendah dibandingkan dengan kabupaten/kota lainnya.
2. Model regresi nonparametrik spline untuk PDRB di Provinsi Jawa Timur terbaik menggunakan kombinasi knot pada setiap variabel prediktor. Nilai kebaikan model atau R<sup>2</sup> yang diperoleh sebesar 99,52% dengan tiga variabel prediktor yang signifikan yaitu jumlah industri besar dan sedang, dana alokasi umum, dan Anggaran Pendapatan Dan Belanja Daerah (APBD). Berikut merupakan model regresi yang didapatkan.

$$\begin{aligned}\hat{y} = & -1,001 + 0,121x_2 + 1,383(x_2 - 377,489)_+^1 - \\ & 1,508(x_2 - 396,673)_+^1 + 2,083x_3 + 900,049(x_3 - 0,555)_+^1 - \\ & 2172,99(x_3 - 0,648)_+^1 + 1276,872(x_3 - 0,710)_+^1 + 0,433x_4 + \\ & 41,631(x_4 - 5,563)_+^1 - 99,96(x_4 - 6,358)_+^1 + \\ & 88,972(x_4 - 6,888)_+^1\end{aligned}$$

3. Berdasarkan model tersebut didapatkan skenario model untuk PDRB Provinsi Jawa Timur sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur khususnya wilayah yang memiliki nilai PDRB dibawah rata-rata. Model optimis, *middle* dan optimis yang diperoleh telah sesuai dengan model terbaik.

## 5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan yaitu sebagai berikut.

1. Bagi penelitian selanjutnya, sebaiknya menambah jumlah variabel yang diduga berpengaruh terhadap PDRB di Provinsi Jawa Timur, sehingga diharapkan akan mendapatkan model yang lebih sesuai.
2. Bagi pemerintah, sebaiknya memperhatikan variabel yang mempunyai pengaruh cukup besar pada PDRB di Provinsi Jawa Timur seperti jumlah industri besar dan sedang dan dana alokasi umum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. (1990). *Categorical Data Analysis*. Canada: John Wiley and Son, Inc.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. (2014). *Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten/Kota Jawa Timur Menurut Lapangan Usaha 2010-2014*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- Badan Pusat Statistik. (2015). *Proyeksi Penduduk Indonesia 2000-2025*. Jakarta: Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Badan Pusat Statistik, United Nation Population Fund.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. (2016). *Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten/Kota Jawa Timur Menurut Lapangan Usaha 2011-2015*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- Badan Pusat Statistik (2016). *Data Dinamis Perekonomian Jawa Timur*. Biro Administrasi Perekonomian Sekretariat Daerah Provinsi Jawa Timur. Jakarta: BPS Pusat.
- Budiantara, I. N. (2005). Model Keluarga Spline Polinomial Truncated dalam *Regresi Semiparametrik*. Surabaya: Berkala MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Budiantara, I. N. (2006). *Model Spline dengan Knot Optimal*. Jurnal Ilmu Dasar. FMIPA, Universitas Jember, Vol.7, Hal.77-85.
- Budiantara, I.N. (2009). *Spline dalam Regresi Nonparametrik dan Nonparametrik : Sebuah Pemodelan Statistika Masa Kini dan Masa Mendatang*. Surabaya: ITS Press.
- Chenery, H.B, Robinson, S., Syrquin, M.(1986). *Industrialization and Growth*. New York: Oxford University Press.
- Darise, N. (2006). *Pengelolaan Keuangan Daerah*. Jakarta: PT.Indeks Kelompok Gramedia Anggota IKAPI.
- Daniel, W. (1989). *Applied Nonparametric Statistics*. Alih bahasa: Kantjono, A. Statistik Nonparametrik Terapan. Jakarta: PT Gramedia.

- Departemen Statistik Ekonomi dan Moneter Bank Indonesia. (2014). *Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)*. Jakarta: Bank Indonesia.
- Draper, N. R. dan Smith, H. (1992). *Applied Regression Analysis Second Edition*. Alih bahasa: Sumantri, B. Analisis Regresi Terapan Edisi ke-2. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Elmi, B. (2002). *Keuangan Pemerintah Daerah Otonom di Indonesia*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Eubank, R. L. (1988). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Eubank. (1999). *Nonparametric Regression And Spline Smoothing*. CRC Press.
- Fauzan, A. W. (2015). Analisis Pagaruh Investasi, Tenaga Kerja, dan Tingkat Pendidikan Terhadap Pertumbuhan Ekonomi. *Semarang: Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro*.
- Gujarati, Damodar. (2003), *Basic Econometric*. Alih bahasa: Sumarno, Z. Ekonometrika Dasar. Jakarta: Erlangga.
- Gujarati, D. N. (2004). *Basic Econometric* 4th Edition. New York: McGraw Hill Companies, Inc.
- Hardle, W. (1990). *Applied Nonparametric Regression*. New York: Cambridge University Press.
- Larengkum, D., Masinambow, V., dan Tolosang, K. (2014). Pengaruh Anggaran Pendapatan Belanja Daerah Terhadap Produk Domestik Regional Bruto di Kabupaten Kepulauan Talaud. Manado: *FEB-IEP Universitas Sam Ratulangi*.
- Nurindah, A. (2016). Pemodelan Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Jawa Tengah Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline, Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Najiah, L. (2013). Analisis Pengaruh Pendapatan Asli Daerah, Dana Perimbangan dan Tingkat Partisipasi Angkatan

- Kerja Terhadap PDRB di kota Depok Periode 2001-2010.  
*Jurnal Ekonomi UIN Jakarta*. Vol 23, No.1.
- Pratama, R. dan Mandala, M. (2008). *Teori Ekonomi Makro : Suatu Pengantar*, 136-137. Depok: Fakultas Ekonomi UI.
- Prayogo, H. (2014). Analisa Faktor yang Mempengaruhi Penyusunan Dana Alokasi Umum di Jawa Timur. Surabaya: *Eprints UPN Jatim*.
- Republik Indonesia. (2004). Undang - Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintah Daerah. Jakarta : Legalitas.
- Sukirno, S. (2006). *Makro Ekonomi Teori Pengantar*. Jakarta: Raja Grafindo Perkasa.
- Wahba, G. (1990). *Spline Models For Observation Data*, Society for Industrial and Applied Mathematic Pennsylvania.
- Republik Indonesia. Undang - Undang Nomor 33 Tahun 2004 tentang Perimbangan Keuangan Antara Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah.
- Walpole, R.E. (2012). *Probability & Statistics for Engineers & Scientists*. Boston : Pearson Education.
- Waluyo, D. E. (2007). *Teori Ekonomi Makro*. Malang: Penerbit UMM.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Data PDRB dan Faktor yang Mempengaruhi di Jawa Timur tahun 2015

Kabupaten/Kota	PDRB	TPAK	IBS	DAU	APBD
Pacitan	9.01	80.64	15	0.71	3.04
Ponorogo	11.69	70.24	28	0.99	3.97
Trenggalek	10.50	74.43	45	0.84	3.41
Tulungagung	22.33	69.63	182	1.11	4.89
Blitar	20.93	67.57	70	1.04	4.61
Kediri	24.01	67.93	121	1.18	4.92
Malang	55.32	66.28	249	1.61	7.28
Lumajang	18.68	66.75	80	0.92	3.63
Jember	44.20	63.98	168	1.59	6.82
Banyuwangi	44.52	72.87	279	0.13	5.79
Bondowoso	11.18	71.33	78	0.09	3.77
Situbondo	11.09	68.90	92	0.79	3.22
Probolinggo	19.58	69.19	63	0.96	3.89
Pasuruan	84.41	67.70	794	1.09	5.25
Sidoarjo	112.01	67.49	953	1.21	7.78
Mojokerto	46.79	69.56	247	0.92	4.48
Jombang	22.96	68.79	155	1.03	4.69
Nganjuk	14.88	64.48	43	1.02	4.29
Madiun	10.71	66.12	21	0.83	3.47
Magetan	10.82	70.60	37	0.86	3.44
Ngawi	11.22	65.95	31	0.99	3.99
Bojonegoro	46.89	66.22	81	0.89	6.25
Tuban	37.25	67.18	196	0.96	4.25
Lamongan	22.32	68.63	144	1.06	5.22

**Lampiran 1.** Data PDRB dan Faktor yang Mempengaruhi di Jawa Tengah tahun 2015 (Lanjutan).

Kabupaten/Kota	PDRB	TPAK	IBS	DAU	APBD
Gresik	81.36	64.69	599	0.87	5.5
Bangkalan	16.91	69.64	20	0.89	3.86
Sampang	11.88	68.37	22	0.79	3.7
Pamekasan	9.32	70.05	74	0.82	3.61
Sumenep	21.75	69.99	71	1.01	4.19
Kota Kediri	72.95	65.70	35	0.63	2.74
Kota Blitar	3.86	71.46	13	0.4	1.66
Kota Malang	41.95	60.56	259	0.82	4.01
Kota Probolinggo	6.63	63.61	45	0.46	1.74
Kota Pasuruan	4.81	67.24	65	0.4	1.62
Kota Mojokerto	3.99	69.87	61	0.38	1.61
Kota Madiun	8.46	65.97	58	0.51	2.17
Kota Surabaya	324.23	66.10	942	1.15	14.57
Kota Batu	9.15	68.60	37	0.41	1.59

**Keterangan:**

- $y$             Produk Domestik Regional Bruto
- $x_1$             Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK)
- $x_2$             Jumlah Industri Besar dan Sedang (IBS)
- $x_3$             Dana Alokasi Umum (DAU)
- $x_4$             Anggaran Pendapatan Belanja Daerah (APBD)

## Lampiran 2. Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot Menggunakan *Software R*

```

GCV1=function(para)
{
data=read.table("d://HASILTA//DATA.txt",header=FALSE)
data=as.matrix(data)
p=length(data[,1])
q=length(data[1,])
m=ncol(data)-para-1
dataA=data[, (para+2):q]
F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
diag(F)=1
nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
knot1=matrix(ncol=m,nrow=nk)
for (i in (1:m))
{
for (j in (1:nk))
{
a=seq(min(dataA[,i]),max(dataA[,i]),length.out=50)
knot1[j,i]=a[j]
}
}
a1=length(knot1[,1])
knot1=knot1[2:(a1-1),]
aa=rep(1,p)
data1=matrix(ncol=m,nrow=p)
data2=data[,2:q]
a2=nrow(knot1)
GCV=rep(NA,a2)
Rsqr=rep(NA,a2)
for (i in 1:a2)
{
for (j in 1:m)
{
for (k in 1:p)
{
if (data[k,(j+para+1)]<knot1[i,j]) data1[k,j]=0 else
data1[k,j]=data[k,(j+para+1)]-knot1[i,j]
}
}
}
mx=cbind(aa,data2,data1)
mx=as.matrix(mx)

```

```

C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in (1:p))
{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsqr[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsqr=as.matrix(Rsqr)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot1)
cat("=====", "\n")
cat("Rsqr dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsqr)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
print(max(Rsqr))
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =",s1, "\n")
write.csv(GCV,file="d://HASILTA//validasi_GCV16.csv")
write.csv(Rsqr,file="d://HASILTA//validasi_Rsqr16.csv")
write.csv(knot1,file="d://HASILTA//validasi_knot16.csv")}

```

### Lampiran 3. Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot Menggunakan *Software R*

```
GCV2=function(para)
{
  data=read.table("D://HASILTA//DATA.txt", header=FALSE)
  data=as.matrix(data)
  p=length(data[,1])
  q=length(data[1,])
  m=ncol(data)-1
  F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
  diag(F)=1
  nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
  knot=matrix(ncol=m,nrow=nk)
  for (i in (1:m))
  {
    for (j in (1:nk))
    {
      a=seq(min(data[,i+1]),max(data[,i+1]),length.out=50)
      knot[j,i]=a[j]
    }
  }
  z=(nk*(nk-1)/2)
  knot2=cbind(rep(NA,(z+1)))
  for (i in (1:m))
  {
    knot1=rbind(rep(NA,2))
    for (j in 1:(nk-1))
    {
      for (k in (j+1):nk)
      {
        xx=cbind(knot[j,i],knot[k,i])
        knot1=rbind(knot1,xx)
      }
    }
    knot2=cbind(knot2,knot1)
  }
  knot2=knot2[2:(z+1),2:(2*m+1)]
  aa=rep(1,p)
  data2=matrix(ncol=(2*m),nrow=p)
```

```

data1=data[,2:q]
a1=length(knot2[,1])
GCV=rep(NA,a1)
Rsqr=rep(NA,a1)
for (i in 1:a1)
{
  for (j in 1:(2*m))
  {
    if (mod(j,2)==1) b=floor(j/2)+1 else b=j/2
    for (k in 1:p)
    {
      if (data1[k,b]<knot2[i,j]) data2[k,j]=0 else data2[k,j]=data1[k,b]-
      knot2[i,j]
    }
  }
  mx=cbind(aa,data1,data2)
  mx=as.matrix(mx)
  C=pinv(t(mx)%*%mx)
  B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
  yhat=mx%*%B
  SSE=0
  SSR=0
  for (r in (1:p))
  {
    sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
    sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
    SSE=SSE+sum
    SSR=SSR+sum1
  }
  Rsqr[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
  MSE=SSE/p
  A=mx%*%C%*%t(mx)
  A1=(F-A)
  A2=(sum(diag(A1))/p)^2
  GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsqr=as.matrix(Rsqr)

```

```

cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot2)
cat("=====", "\n")
cat("Rsquared dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsquared)
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =", s1, "\n")
write.csv(GCV, file="D://HASILTA//validasi_GCV26.csv")
write.csv(Rsquared, file="D://HASILTA//validasi_Rsquared26.csv")
write.csv(knot2, file="D://HASILTA//validasi_knot26.csv")
}

```

**Lampiran 4.** Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Knot Menggunakan *Software R*

```
GCV3=function(para)
{
data=read.table("d://HASILTA//DATA.txt",header=FALSE)
data=as.matrix(data)
p=length(data[,1])
q=length(data[1,])
m=ncol(data)-para-1
F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
dataA=data[, (para+2):q]
diag(F)=1
nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
knot=matrix(ncol=m,nrow=nk)
for (i in (1:m))
{
for (j in (1:nk))
{
a=seq(min(dataA[,i]),max(dataA[,i]),length.out=50)
knot[j,i]=a[j]
}
}
knot=knot[2:(nk-1),]
a2=nrow(knot)
z=(a2*(a2-1)*(a2-2)/6)
knot1=cbind(rep(NA,(z+1)))
for (i in (1:m))
{
knot2=rbind(rep(NA,3))
for ( j in 1:(a2-2))
{
for (k in (j+1):(a2-1))
{
for (g in (k+1):a2)
{
```



```

xx=cbind(knot[j,i],knot[k,i],knot[g,i])
knot2=rbind(knot2,xx)
}
}
}
knot1=cbind(knot1,knot2)
}
knot1=knot1[2:(z+1),2:(3*m+1)]
aa=rep(1,p)
data1=matrix(ncol=(3*m),nrow=p)
data2=data[, (para+2):q]
a1=length(knot1[,1])
GCV=rep(NA,a1)
Rsqr=rep(NA,a1)
for (i in 1:a1)
{
  for (j in 1:ncol(knot1))
  {
    b=ceiling(j/3)
    for (k in 1:p)
    {
      if (data2[k,b]<knot1[i,j]) data1[k,j]=0 else data1[k,j]=data2[k,b]-
      knot1[i,j]
    }
  }
  mx=cbind(aa,data[,2:q],data1)
  mx=as.matrix(mx)
  C=pinv(t(mx)%*%mx)
  B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
  yhat=mx%*%B
  SSE=0
  SSR=0
  for (r in (1:p))
  {
    sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
    sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
    SSE=SSE+sum
    SSR=SSR+sum1
  }
  Rsqr[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
  MSE=SSE/p

```

```

A=mx%*%C%*%(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsqr=as.matrix(Rsq)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot1)
cat("=====", "\n")
cat("Rsqr dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsqr)
r=max(Rsqr)
print (r)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =", s1, "\n")
write.csv(GCV, file="D://HASILTA//validasi_GCV36.csv")
write.csv(Rsqr, file="D://HASILTA//validasi_Rsqr36.csv")
write.csv(knot1, file="D://HASILTA//validasi_knot36.csv")
}

```

**Lampiran 5.** Program Pemilihan Titik Knot Optimal Empat Variabel dengan Kombinasi Titik Knot Menggunakan *Software R*

```
GCVkom=function(para)
{
  data=read.table("d://HASILTA//DATA.txt",header=FALSE)
  data=as.matrix(data)
  p1=length(data[,1])
  q1=length(data[1,])
  v=para+2
  F=matrix(0,nrow=p1,ncol=p1)
  diag(F)=1
  x1=read.table("d://HASILTA//X1.txt")
  x2=read.table("d://HASILTA//X2.txt")
  x3=read.table("d://HASILTA//X3.txt")
  x4=read.table("d://HASILTA//X4.txt")
  n2=nrow(x1)
  a=matrix(nrow=4,ncol=3^4)
  m=0
  for (ii in 1:3)
  for (j in 1:3)
  for (k in 1:3)
  for (l in 1:3)
  {
    m=m+1
    a[,m]=c(ii,j,k,l)
  }
  a=t(a)
  GCV=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^4)
  R=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^4)
  for (i in 1:3^4)
  {
    for (h in 1:nrow(x1))
    {
      if (a[i,1]==1)
      {
        gab=as.matrix(x1[,1])
        gen=as.matrix(data[,v])
        aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
        for (j in 1:1)
        for (w in 1:nrow(data))
```

```

{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,1]==2)
{
gab=as.matrix(x1[,2:3])
gen=as.matrix(cbind(data[,v],data[,v]))
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1: nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
else
{
gab=as.matrix(x1[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[,v],data[,v],data[,v]))
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
if (a[i,2]==1)
{
gab=as.matrix(x2[,1] )
gen=as.matrix(data[,v+1])
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
else
if (a[i,2]==2)
{

```

```

gab=as.matrix(x2[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+1)], data[, (v+1)]))
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
for (j in 1:2)
  for (w in 1:nrow(data))
  {
    if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
  }
}
else
{
  gab=as.matrix(x2[,4:6])
  gen=as.matrix(cbind(data[, (v+1)], data[, (v+1)], data[, (v+1)]))
  bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
  for (j in 1:3)
    for (w in 1:nrow(data))
    {
      if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
    }
  }
  if (a[i,3]==1)
  {
    gab=as.matrix(x3[,1] )
    gen=as.matrix(data[, (v+2)])
    cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
    for (j in 1:1)
      for (w in 1:nrow(data))
      {
        if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
      }
    }
  }
  else
  if (a[i,3]==2)
  {
    gab=as.matrix(x3[,2:3] )
    gen=as.matrix(cbind(data[, (v+2)], data[, (v+2)]))
    cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
    for (j in 1:2)
      for (w in 1:nrow(data))
      {

```

```

if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x3[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+2)], data[, (v+2)], data[, (v+2)]))
cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,4]==1)
{
gab=as.matrix(x4[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+3)])
dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,4]==2)
{
gab=as.matrix(x4[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+3)], data[, (v+3)]))
dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
else
{

```

```

gab=as.matrix(x4[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+3)], data[, (v+3)], data[, (v+3)]))
dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
  for (w in 1:nrow(data))
  {
    if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
  }
}
ma=as.matrix(cbind(aa,bb,cc,dd))
mx=cbind(rep(1,nrow(data)), data[,2:q1], na.omit(ma))
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%t(mx)%*%data[,1]
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in 1:nrow(data))
{
  sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
  sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
  SSE=SSE+sum
  SSR=SSR+sum1
}
Rsqr=(SSR/(SSE+SSR))*100
R[i]=Rsqr
MSE=SSE/p1
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p1)^2
GCV[h,i]=MSE/A2
}
if (a[i,1]==1) sp=x1[,1] else
if (a[i,1]==2) sp=x1[,2:3] else
sp=x1[,4:6]
if (a[i,2]==1) spl=x2[,1] else
if (a[i,2]==2) spl=x2[,2:3] else
spl=x2[,4:6]

```

```

if (a[i,3]==1) splin=x3[,1] else
if (a[i,3]==2) splin=x3[,2:3] else a[i,3]==2) splin=x3[,2:3] else
splin=x3[,4:6]
if (a[i,4]==1) spline=x4[,1] else
if (a[i,4]==2) spline=x4[,2:3] else
spline=x4[,4:6]
kkk=cbind(sp,spl,splin,spline)
cat("=====", "\n")
print(i)
print(kkk)
print(Rsq)
}
write.csv(GCV,file="d://HASILTA//output GCVkom67.csv")
}

```



**Lampiran 6.** Program Pemilihan Titik Knot Optimal Tiga Variabel dengan Kombinasi Titik Knot Menggunakan *Software R*

```
GCVkom=function(para)
{
  data=read.table("d://HASILTA1//DATA.txt",header=FALSE)
  data=as.matrix(data)
  p1=length(data[,1])
  q1=length(data[1,])
  v=para+2
  F=matrix(0,nrow=p1,ncol=p1)
  diag(F)=1
  x1=read.table("d://HASILTA//X1.txt")
  x2=read.table("d://HASILTA//X2.txt")
  x3=read.table("d://HASILTA//X3.txt")
  n2=nrow(x1)
  a=matrix(nrow=3,ncol=3^3)
  m=0
  for (ii in 1:3)
  for (j in 1:3)
  for (k in 1:3)
  for (l in 1:3)
  {
    m=m+1
    a[,m]=c(ii,j,k,l)
  }
  a=t(a)
  GCV=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^3)
  R=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^3)
  for (i in 1:3^3)
  {
    for (h in 1:nrow(x1))
    {
      if (a[i,1]==1)
      {
        gab=as.matrix(x1[,1])
        gen=as.matrix(data[,v])
        aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
        for (j in 1:1)
        for (w in 1:nrow(data))
```

```

{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,1]==2)
{
gab=as.matrix(x1[,2:3])
gen=as.matrix(cbind(data[,v],data[,v]))
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
else
{
gab=as.matrix(x1[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[,v],data[,v],data[,v]))
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
if (a[i,2]==1)
{
gab=as.matrix(x2[,1] )
gen=as.matrix(data[,v+1])
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
else
if (a[i,2]==2)
{

```

```

gab=as.matrix(x2[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+1)], data[, (v+1)]))
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)
  for (w in 1:nrow(data))
  {
    if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
  }
}
else
{
  gab=as.matrix(x2[,4:6])
  gen=as.matrix(cbind(data[, (v+1)], data[, (v+1)], data[, (v+1)]))
  bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
  for (j in 1:3)
    for (w in 1:nrow(data))
    {
      if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
    }
  }
  if (a[i,3]==1)
  {
    gab=as.matrix(x3[,1] )
    gen=as.matrix(data[, (v+2)])
    cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=1)
    for (j in 1:1)
      for (w in 1:nrow(data))
      {
        if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
      }
    }
  }
  else
  if (a[i,3]==2)
  {
    gab=as.matrix(x3[,2:3] )
    gen=as.matrix(cbind(data[, (v+2)], data[, (v+2)]))
    cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
    for (j in 1:2)
      for (w in 1:nrow(data))
      {
        if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
      }
    }
  }
}

```

```

}
}
else
{
gab=as.matrix(x3[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+2)], data[, (v+2)], data[, (v+2)]))
cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
ma=as.matrix(cbind(aa,bb,cc))
mx=cbind(rep(1,nrow(data)), data[,2:q1], na.omit(ma))
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in 1:nrow(data))
{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsqr=(SSR/(SSE+SSR))*100
R[i]=Rsqr
MSE=SSE/p1
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p1)^2
GCV[h,i]=MSE/A2
}
if (a[i,1]==1) sp=x1[,1] else
if (a[i,1]==2) sp=x1[,2:3] else
sp=x1[,4:6]
if (a[i,2]==1) spl=x2[,1] else
if (a[i,2]==2) spl=x2[,2:3] else

```

```
spl=x2[,4:6]
if (a[i,3]==1) splin=x3[,1] else
if (a[i,3]==2) splin=x3[,2:3] else
splin=x3[,4:6]
kkk=cbind(sp,spl,splin,spline)
cat("=====\n")
print(i)
print(kkk)
print(Rsq)
}
write.csv(GCV,file="d://HASILTA1//output GCVkom67.csv")
}
```

## Lampiran 7. Program Estimasi Parameter Empat Variabel dengan Kombinasi Knot

```

uji=function(alpha,para)
{
data=read.table("d://DATA.txt",header=FALSE)
knot=read.table("d://kommin.txt",header=FALSE)
data=as.matrix(data)
knot=as.matrix(knot)
ybar=mean(data[,1])
m=para+2
p=nrow(data)
q=ncol(data)
dataA=cbind(data[,m],data[,m+1],data[,m+1],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],data[,m+3],data[,m+3])
dataA=as.matrix(dataA)
satu=rep(1,p)
n1=ncol(knot)
data.knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
for (i in 1:n1)
{
for(j in 1:p)
{
if (dataA[j,i]<knot[1,i]) data.knot[j,i]=0 else data.knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[1,i]
}
}
mx=cbind(satu,data[,2],data.knot[,1],data[,3],data.knot[,2:3],data[,4],data.knot[,4:7],data[,5],data.knot[,8:10])
mx=as.matrix(mx)
B=(pinvt(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%data[,1]
cat("=====", "\n")
cat("Estimasi Parameter", "\n")
cat("=====", "\n")
print (B)
n1=nrow(B)
yhat=mx%*%B
res=data[,1]-yhat
SSE=sum((data[,1]-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-ybar)^2)
SST=SSR+SSE

```

```

MSE=SSE/(p-n1)
MSR=SSR/(n1-1)
Rsqr=(SSR/(SSR+SSE))*100
#uji F (uji serentak)
Fhit=MSR/MSE
pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-n1),lower.tail=FALSE)
if (pvalue<=alpha)
{
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
cat("-----", "\n")
cat("Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan", "\n")
cat("", "\n")
}
else
{
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
cat("-----", "\n")
cat("Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh
signifikan", "\n")
cat("", "\n")
}
#uji t (uji individu)
thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
SE=sqrt(diag(MSE*(pinv(t(mx)%*%mx))))
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji individu", "\n")
cat("-----", "\n")
thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
for (i in 1:n1)
{
thit[i]=B[i,1]/SE[i]
pval[i]=2*(pt(abs(thit[i]),(p-n1),lower.tail=FALSE))
if (pval[i]<=alpha) cat("Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan
pvalue", pval[i], "\n") else cat("Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak
signifikan dengan pvalue", pval[i], "\n")
}

```

```

}
thit=as.matrix(thit)
cat("=====","\n")
cat("nilai t hitung","\n")
cat("=====","\n")
print(thit)
cat("Analysis of Variance","\n")
cat("=====","\n")
cat("Sumber      df      SS      MS      Fhit","\n")
cat("Regresi      ",(n1-1)," ",SSR," ",MSR,"",Fhit,"\n")
cat("Error        ",p-n1," ",SSE,"",MSE,"\n")
cat("Total         ",p-1," ",SST,"\n")
cat("=====","\n")
cat("s=",sqrt(MSE),"      Rsq=",Rsq,"\n")
cat("pvalue(F)=",pvalue,"\n")
write.csv(res,file="d://HASILTA//output uji residual.csv")
write.csv(pval,file="d://HASILTA//output uji pvalue.csv")
write.csv(mx,file="d://HASILTA//output uji mx.csv")
write.csv(yhat,file="d://HASILTA//output uji yhat.csv")
write.csv(B,file="d://HASILTA//output B.csv")
write.csv(thit,file="d://HASILTA//output thit.csv")
}

```



### Lampiran 8. Program Estimasi Parameter Tiga Variabel dengan Kombinasi Knot

```

uji=function(alpha,para)
{
data=read.table("d://HASILTA1//DATA.txt",header=FALSE)
knot=read.table("d://HASILTA1//kommin.txt",header=FALSE)
data=as.matrix(data)
knot=as.matrix(knot)
ybar=mean(data[,1])
m=para+2
p=nrow(data)
q=ncol(data)
dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],data[,m+1],data[,m+2]
,data[,m+2],data[,m+2])
dataA=as.matrix(dataA)
satu=rep(1,p)
n1=ncol(knot)
data.knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
for (i in 1:n1)
{
for(j in 1:p)
{
if (dataA[j,i]<knot[1,i]) data.knot[j,i]=0 else data.knot[j,i]=dataA[j,i]-
knot[1,i]
}
}
mx=cbind(satu,
data[,2],data.knot[,1:2],data[,3],data.knot[,3:5],data[,4],data.knot[,6:8])
mx=as.matrix(mx)
B=(pinv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%data[,1]
cat("=====", "\n")
cat("Estimasi Parameter", "\n")
cat("=====", "\n")
print (B)
n1=nrow(B)
yhat=mx%*%B
res=data[,1]-yhat
SSE=sum((data[,1]-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-ybar)^2)
SST=SSR+SSE

```

```

MSE=SSE/(p-n1)
MSR=SSR/(n1-1)
Rsqr=(SSR/(SSR+SSE))*100

#uji F (uji serentak)
Fhit=MSR/MSE
pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-n1),lower.tail=FALSE)
if (pvalue<=alpha)
{
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
cat("-----", "\n")
cat("Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan", "\n")
cat("", "\n")
}
else
{
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
cat("-----", "\n")
cat("Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh
signifikan", "\n")
cat("", "\n")
}

#uji t (uji individu)
thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
SE=sqrt(diag(MSE*(pinv(t(mx)%*%mx))))
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji individu", "\n")
cat("-----", "\n")
thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
for (i in 1:n1)
{
thit[i]=B[i,1]/SE[i]
pval[i]=2*(pt(abs(thit[i]),(p-n1),lower.tail=FALSE))
}

```

```

if (pval[i]<=alpha) cat("Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan
pvalue",pval[i],"\n") else cat("Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan
dengan pvalue",pval[i],"\n")
}
thit=as.matrix(thit)
cat("=====", "\n")
cat("nilai t hitung", "\n")
cat("=====", "\n")
print (thit)
cat("Analysis of Variance", "\n")
cat("=====", "\n")
cat("Sumber      df      SS      MS      Fhit", "\n")
cat("Regresi      ",(n1-1), " ",SSR," ",MSR,"",Fhit,"\n")
cat("Error        ",p-n1, " ",SSE,"",MSE,"\n")
cat("Total        ",p-1, " ",SST,"\n")
cat("=====", "\n")
cat("s=",sqrt(MSE),"      Rsq=",Rsq,"\n")
cat("pvalue(F)=",pvalue,"\n")
write.csv(res,file="d://HASILTA1//output uji residual.csv")
write.csv(pval,file="d://HASILTA1//output uji pvalue.csv")
write.csv(mx,file="d://HASILTA1//output uji mx.csv")
write.csv(yhat,file="d://HASILTA1//output uji yhat.csv")
write.csv(B,file="d://HASILTA1//output B.csv")
write.csv(thit,file="d://HASILTA1//output thit.csv")
}

```

### Lampiran 9. Program Uji Glejser Tiga Variabel untuk Kombinasi Knot

```

glejser=function(alpha,para)
{
data=read.table("D://HASILTA1//DATA.txt")
knot=read.table("D:/kommin.txt")
res=read.table("D:/residual.txt")
data=as.matrix(data)
knot=as.matrix(knot)
res=abs(res)
res=as.matrix(res)
rbar=mean(res)
m=para+2
p=nrow(data)
q=ncol(data)
dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],data[,m+1],data[,
m+2],data[,m+2],data[,m+2])
dataA=as.matrix(dataA)
satu=rep(1,p)
n1=ncol(knot)
data.knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
for (i in 1:n1)
{
or(j in 1:p)
{
if (dataA[j,i]<knot[1,i]) data.knot[j,i]=0 else
data.knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[1,i]
}
}
mx=cbind(satu,data[,2],data.knot[,1:2],data[,3],data.knot[,3:5],data[,4],d
ata.knot[,6:8])
mx=as.matrix(mx)
B=(ginv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%res
n1=nrow(B)
yhat=mx%*%B
residual=res-yhat
SSE=sum((res-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-rbar)^2)
SST=SSR+SSE
MSE=SSE/(p-n1)
MSR=SSR/(n1-1)
Rsqr=(SSR/SST)*100

```

```

#uji F (uji serentak)
Fhit=MSR/MSE
pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-n1),lower.tail=FALSE)
if (pvalue<=alpha)
{
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
cat("-----", "\n")
cat("Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan atau
terjadi heteroskedastisitas", "\n")
cat("", "\n")
}
else
{
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
cat("-----", "\n")
cat("Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh
signifikan atau tidak terjadi heteroskedastisitas", "\n")
cat("", "\n")
}
cat("Analysis of Variance", "\n")
cat("=====", "\n")
      cat("Sumber      df      SS      MS      Fhit", "\n")
      cat("Regresi      ", (n1-1), " ", SSR, " ", MSR, "", Fhit, "\n")
      cat("Error          ", p-n1, " ", SSE, "", MSE, "\n")
      cat("Total          ", p-1, " ", SST, "\n")
cat("=====", "\n")
      cat("s=", sqrt(MSE), "      Rsq=", Rsq, "\n")
      cat("pvalue(F)=", pvalue, "\n")

```

**Lampiran 10.** Hasil Output Uji Signifikansi Parameter Empat Parameter

No	GCV	X1	X2	X3	X4
1	506.08	60.97	32.18	0.12	1.85
2	406.90	61.38	51.37	0.15	2.12
3	367.72	61.79	70.55	0.18	2.38
4	336.62	62.20	89.73	0.21	2.65
5	324.30	62.61	108.92	0.25	2.91
6	315.79	63.02	128.10	0.28	3.18
7	308.26	63.43	147.29	0.31	3.44
8	304.46	63.84	166.47	0.34	3.71
9	301.15	64.25	185.65	0.37	3.97
10	294.23	64.66	204.84	0.40	4.24
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
48	198.71	80.23	933.82	1.58	14.31

**Lampiran 11.** Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot Pada Empat Variabel Prediktor

No	GCV	X1	X2	X3	X4
1	540.69	60.56	13.00	0.09	1.59
		60.97	32.18	0.12	1.85
2	434.10	60.56	13.00	0.09	1.59
		61.38	51.37	0.15	2.12
3	367.72	60.56	13.00	0.09	1.59
		61.79	70.55	0.18	2.38
4	336.62	60.56	13.00	0.09	1.59
		62.20	89.73	0.21	2.38
5	324.30	60.56	13.00	0.09	1.59
		62.61	108.92	0.25	2.91
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
1225	198.71	80.23	933.82	1.58	14.31
		80.64	953.00	1.61	14.57

**Lampiran 12.** Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot Pada Empat Variabel Prediktor

No	GCV	X1	X2	X3	X4
1	410.96	60.97	32.18	0.12	1.85
		61.38	51.37	0.15	2.12
		61.79	70.55	0.18	2.38
2	370.21	60.97	32.18	0.12	1.85
		61.38	51.37	0.15	2.12
		62.20	89.73	0.21	2.65
3	343.21	60.97	32.18	0.12	1.85
		61.38	51.37	0.15	2.12
		62.61	108.92	0.25	2.91
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
17296	195.39	79.41	895.45	1.52	13.78
		79.82	914.63	1.55	14.04
		80.23	933.82	1.58	14.31



**Lampiran 13.** Output Nilai GCV dengan Satu Titik Knot Pada Tiga Variabel Prediktor

No	GCV	X1	X2	X3
1	507.50	32.18	0.12	1.85
2	410.47	51.37	0.15	2.12
3	345.46	70.55	0.18	2.38
4	316.52	89.73	0.21	2.65
5	301.79	108.92	0.25	2.91
6	291.38	128.10	0.28	3.18
7	283.93	147.29	0.31	3.44
8	280.38	166.47	0.34	3.71
9	276.88	185.65	0.37	3.97
10	268.34	204.84	0.40	4.24
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
48	195.70	933.82	1.58	14.31

**Lampiran 14.** Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot Pada Tiga Variabel Prediktor

No	GCV	X1	X2	X3
1	507.50	13	0.09	1.59
		32.18	0.12	1.85
2	410.47	13	0.09	1.59
		51.37	0.15	2.12
3	345.46	13	0.09	1.59
		70.55	0.18	2.38
4	316.52	13	0.09	1.59
		89.73	0.21	2.65
5	301.79	13	0.09	1.59
		108.92	0.24	2.91
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
1225	195.7045	933.82	1.58	14.31
		953	1.61	14.57

**Lampiran 15.** Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot Pada Tiga Variabel Prediktor

No	GCV	X1	X2	X3
1	410.96	32.18	32.18	32.18
		51.37	51.37	51.37
		70.55	89.73	108.92
2	370.21	0.12	0.12	0.12
		0.15	0.15	0.15
		0.18	0.21	0.25
3	343.21	1.85	1.85	1.85
		2.12	2.12	2.12
		2.38	2.65	2.91
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
17296	195.39	895.45	1.52	13.78
		914.63	1.55	14.04
		933.82	1.58	14.31

### Lampiran 16. Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model Pada Empat Variabel Prediktor

---

---

#### Estimasi Parameter

---

---

[,1]  
 [1,] 38.0526317  
 [2,] -0.5569745  
 [3,] 0.5078433  
 [4,] 0.1166620  
 [5,] 1.3036730  
 [6,] -1.4173039  
 [7,] -2.2204097  
 [8,] 904.0239803  
 [9,] -2160.8766781  
 [10,] 1265.9732844  
 [11,] 0.4704120  
 [12,] 40.8572500  
 [13,] -100.4295535  
 [14,] 90.0902882

---

#### Kesimpulan hasil uji serentak

---

Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan

---



---

#### Kesimpulan hasil uji individu

---

Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.393375  
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.379355  
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.547544  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 1.626681e-07  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.01473934  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.01077153  
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.912397  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 1.33111e-08  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 7.259677e-12  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 8.401616e-12  
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.8532516

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.001590709  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.002663024  
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0003981108

=====

nilai t hitung

=====

[,1]  
 [1,] -1.1083638  
 [2,] -0.7975032  
 [3,] 0.9384395  
 [4,] 3.2840154  
 [5,] 7.5415581  
 [6,] -7.8493829  
 [7,] 7.1214374  
 [8,] 0.3747459  
 [9,] 12.9047196  
 [10,] 1.7986928  
 [11,] 5.5986357

Analysis of Variance

=====

Sumber	df	SS	MS	Fhit
Regresi	13	109141.5	8395.503	401.3195
Error	24	502.0739	20.91975	
Total	37	109643.6		

=====

s= 4.573811 Rsq= 99.54209

pvalue(F)= 9.024589e-25

**Lampiran 17.** Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi  
Parameter Model Pada Tiga Variabel Prediktor

=====

Estimasi Parameter

=====

	[,1]
[1,]	-1.0013657
[2,]	0.1206505
[3,]	1.3831737
[4,]	-1.5078859
[5,]	2.0838016
[6,]	900.0485602
[7,]	-2172.9918426
[8,]	1276.8717135
[9,]	0.4337508
[10,]	41.6312408
[11,]	-99.9659095
[12,]	88.9721548

-----

Kesimpulan hasil uji serentak

-----

Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan

-----

Kesimpulan hasil uji individu

-----

Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.9299254  
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 2.136599e-08  
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.007648007  
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.005072606  
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.9125062  
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 4.923196e-09  
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 1.169974e-12  
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 7.210924e-13  
Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.8617135  
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0009966821  
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.001909802  
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0002437149

=====

=====

nilai t hitung

=====

[,1]

[1,] -0.08879488  
 [2,] 7.91960889  
 [3,] 2.89141026  
 [4,] -3.06101258  
 [5,] 0.11095234  
 [6,] 8.55435796  
 [7,] -12.70526233  
 [8,] 12.98046782  
 [9,] 0.17592816  
 [10,] 3.70790322  
 [11,] -3.45323590  
 [12,] 4.24882614

Analysis of Variance

=====

Sumber	df	SS	MS	Fhit
Regresi	11	109120.4	9920.039	492.9823
Error	26	523.1851	20.1225	
Total	37	109643.6		

=====

s= 4.485811 Rsq= 99.52283  
 pvalue(F)= 2.996472e-27

**Lampiran 18.** Output Uji Glejser Tiga Variabel

Kesimpulan hasil uji serentak

-----  
Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh signifikan  
atau tidak terjadi heteroskedastisitas

Analysis of Variance

Sumber	df	SS	MS	Fhit
Regresi	11	89.95312	8.177556	1.491981
Error	26	142.5061	5.481005	
Total	37	232.4592		

=====

s= 2.341155 Rsq= 38.6963  
pvalue(F)= 0.1939261



**Lampiran 19. Surat Pernyataan Data****SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Departemen Statistika FMIPA ITS :

Nama : Desi Puspita

NRP : 1313100030

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir/Thesis ini merupakan data sekunder yang diambil dari penelitian/ buku/ Tugas Akhir/ Thesis/ publikasi lainnya yaitu :

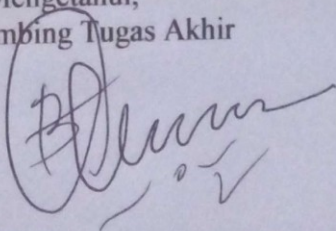
Sumber : Website Badan Pusat Statistik Jawa Timur

Keterangan :

1. Data PDRB Menurut Harga Konstan 2010 tahun 2011-2015
2. Direktori Industri Manufaktur Besar dan Sedang Jawa Timur 2015
3. Statistik Keuangan Pemerintah Kabupaten/Kota 2014-2015

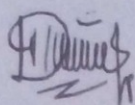
Surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Mengetahui,  
Pembimbing Tugas Akhir



(Prof. Dr. I Nyoman Budiantara., M.Si)  
NIP. 19650603 198903 1 003

Surabaya, Juni 2017



(Desi Puspita)  
NRP. 1313100030

\*(coret yang tidak perlu)

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BIODATA PENULIS



Penulis yang bernama lengkap Desi Puspita lahir di Madiun pada tanggal 25 Desember 1994. Anak pertama dan terakhir ini kerap dipanggil Desi. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Sugihwaras 3 (2001-2007), SMPN 1 Mejayan (2007-2010), SMAN 1 Mejayan (2010-2013), hingga melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi di Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis memulai kehidupan sebagai mahasiswa setelah dinyatakan lolos seleksi SNMPTN pada tahun 2013. Semasa kuliah, penulis aktif di organisasi unit kegiatan Mahasiswa ITS yakni Unit Kegiatan Tari dan Karawitan pada 2014-2015 anggota di Divisi Tari, pada periode 2015-2016 sebagai *staff* Departemen *Event*. Penulis juga turut berpartisipasi dalam kepanitian dilingkup ITS baik di Jurusan maupun Institut. Di tingkat Institut, penulis pernah menjadi panitia GERIGI pada tahun 2014 sebagai Sie Kesehatan, Sie Acara DAC Pekan Raya Statistika 2015. Pengisi acara tari di acara AISEC pada tahun 2013, wisudawan pada tahun 2013, 2014 dan 2015. Selama perkuliahan, penulis pernah mendapatkan beasiswa dari IKA (Ikatan Alumni ITS), PPA DIKTI dan Yayasan Salim. Prestasi yang pernah diraih penulis yaitu Program Kreatifitas Mahasiswa (PKM) Bidang penelitian didanai DIKTI.

Segala kritik dan saran serta diskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini dapat dikirimkan melalui surat elektronik (*e-mail*) ke [desipuspita1212@gmail.com](mailto:desipuspita1212@gmail.com).